



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando  
cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva –  
Chimbote 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**AUTOR:**

**Elmer Eduardo, Caceda Rodríguez.**

**ASESORA:**

**Mgtr. Jenisse, Fernández Mantilla**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de Edificaciones Especiales**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2017**

## PÁGINA DEL JURADO

### DECLARATORIA

Los miembros del Jurado:

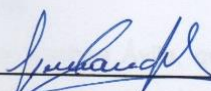
En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada **"Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017"**, la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil, Bach. **Caceda Rodríguez Elmer Eduardo**

Nuevo Chimbote, 18 Julio del 2017.



Dr. Rigoberto Cerna Chávez

PRESIDENTE



Mgtr. Jenisse Fernández Mantilla

SECRETARIO



Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García

VOCAL

Caceda Rodríguez Elmer Eduardo



## **DEDICATORIA.**

### **A Dios**

Primeramente porque fue el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza, paciencia e inteligencia para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de nuestro corazón puede emanar.

### **A mis Abuelos**

Porque siempre están cuando uno los necesita sin pedir nada a cambio, siempre dándome el ejemplo de ser una persona respetuosa, honrada y amable con nuestro prójimo, gracias por existir, sin ustedes mi vida sería distinto.

### **A mis Padres**

Elmer Caceda Hernández y Yaqueline Rodríguez Gonzales con todo mi amor y cariño por todo su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque he pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión

### **A mis Hermanas**

Pamela Caceda Rodríguez y Celeste Caceda Rodríguez que con su amor y apoyo me ayuda a darme fuerzas para poder seguir adelante y seguir creciendo como persona cada día.

### **A mi Pareja**

Ana María Icochea Ávila, que me da todo su amor, paciencia, cariño, estando siempre apoyándome en los momentos malos y buenos, ahí es donde se ve a la persona que te quiere de verdad, reconozco todo de ella por elegirme a mí como su pareja.

Caceda Rodríguez Elmer Eduardo

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, ya que siempre me da fuerzas y salud para poder seguir adelante y cumplir todos mis anhelos.

A la Ing. Jenisse, Fernandez Mantilla, ya que sin sus conocimientos, paciencia y sus consejos no podría haber realizado esta investigación.

Al Ing. Rigoberto Cerna Chávez, ya que sin sus instrucciones, paciencia y consejos no podría haber realizado esta investigación.

A mi familia, ya que ellos son las personas que siempre me han apoyado, me han aconsejado y a la vez me brindaban su cariño y su amor para poder cumplir las metas trazadas.

Caceda Rodríguez Elmer Eduardo

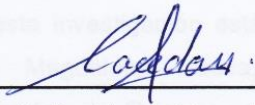
## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Caceda Rodríguez Elmer Eduardo con DNI N° 71041733, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, Julio 2017.

  
Caceda Rodríguez Elmer Eduardo

## PRESENTACIÓN

La presente tesis trata del “Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017”, donde en los capítulos de **introducción** trata de realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos, hablando de las fases de los suelos, clasificación de suelos y como se logra el mejoramiento; La **metodología** es de tipo correlacional no experimental según el esquema, las variables son dos independiente cemento diluido en agua al 6%, 10%, 14% y dependiente mejoramiento del suelo colapsable, la población y la muestra es mi población para esta investigación será el suelo colapsable existente en el asentamiento humano Magdalena Nueva, teniendo un área total de 31,872.60 m<sup>2</sup>, las técnicas e instrumentos de recolección de datos son protocolos que se anotaron en los formatos de cada ensayos, y se realizaron los ensayos en máquinas calibradas y con los instrumentos requeridos, se usaran las siguientes normas: Análisis granulométrico (ASTM D422), Límites de atterberg (ASTM D 4318), Contenido de humedad (ASTM D 2216), Ensayo de compactación proctor modificado (ASTM D 1557), Ensayo de corte directo (ASTM D 3080), método de análisis de datos corresponde a un enfoque cuantitativo, el aspecto ético se trabajó con total transparencia; Los **resultados** de los ensayos realizados tuvo una mejora en cuanto a su capacidad portante del suelo; La **discusión** se trabajó en base a mis trabajos previos encontrados de tesis; La **conclusión** es que mejoran los suelos colapsables adicionando cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7; Las **recomendaciones** de esta investigación están dirigidas a la población del Asentamiento Humano Magdalena Nueva; Las **referencias** de esta investigación fueron sacadas de libros y paginas confiables; La presente investigación tiene como objetivo determinar la posibilidad del mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva.

## ÍNDICE

### **CARÁTULA**

### **PÁGINAS PRELIMINARES**

Página de jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.2. Trabajos previos.....	12
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	14
1.4. Formulación del problema.....	23
1.5. Justificación del estudio.....	23
1.6. Hipótesis.....	23
1.7. Objetivos.....	23
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
2.1. Diseño de investigación.....	24
2.2. Variables, operacionalización.....	25
2.3. Población Y Muestra.....	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
2.4.1. Procedimiento.....	27
2.4.2. Validación de los instrumentos de investigación.....	34
2.5. Métodos de análisis de datos.....	35
2.6. Aspectos éticos.....	35
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>52</b>



<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>✓ ANEXOS</b>	
Matriz de consistencia	
Plano de ubicación	
Norma técnica	
Panel fotográfico	
Estudio de suelos	
Resultados de laboratorio	

## RESUMEN

Esta tesis tiene como título Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017, donde las teorías relacionadas al tema nos habla del origen de los suelos, clasificación de suelos y como se logra el mejoramiento, el Asentamiento Humano Magdalena Nueva tiene un índice de nivel freático elevado, ya que las viviendas están asentadas en una zona de material de relleno no calificado, el nivel freática se encuentra a una altura no muy profunda, entonces la cavidades del suelo hace que el agua filtre, como consecuencia generaría un asentamiento de sus cimientto. Por ello la mayoría de las edificaciones de viviendas son 1 piso y el máximo de 3 pisos que con el tiempo se han asentado, mostrando el deterioro. La población y la muestra es mi población para esta investigación será el suelo colapsable existente en el asentamiento humano Magdalena Nueva, teniendo un área total de 31,872.60 m<sup>2</sup>. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la posibilidad del mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva. El método de elaboración consistió en realizar el reconocimiento del terreno para perforar las calicatas y obtener las muestras que después se llevaron al laboratorio para ser analizadas y luego ser procesadas en los hojas de cálculos de Excel, por ello se realizó los ensayos de granulometría (ASTM D422), contenido de humedad (ASTM D2216), límite de atterberg (ASTM D4318), proctor modificado (ASTM D1557) y corte directo (ASTM D3080). Concluyendo que si es posible el mejoramiento de los suelos colapsables adicionando cemento diluido en agua mediante los ensayos realizados en gabinete.

•**Palabra clave:** cemento diluido en agua, mejoramiento del suelo colapsable y cimentaciones superficiales.

## ABSTRACT

This thesis is entitled Improvement of the collapsible soil for foundation purposes by mixing cement diluted in water in the Magdalena Nueva - Chimbote 2017 Human Settlement, where the theories related to the subject speak to the origin of the soils, classification of soils and how the Magdalena Nueva Human Settlement has a high water table index, since the dwellings are settled in an area of unskilled filler material, the water table is at a not very deep height, so the soil cavities make it The water filter, as a result would generate a settlement of its foundation. That is why most of the buildings are 1 floor and the maximum of 3 floors that over time have settled, showing deterioration. The population and sample is my population for this research will be the collapsible soil existing in the human settlement Magdalena Nueva, having a total area of 31,872.60 m<sup>2</sup>. The present research aims to determine the possibility of improvement of the collapsible soil for foundation purposes by mixing cement diluted in water in the Magdalena Nueva Human Settlement. The method of elaboration consisted in performing the reconnaissance of the ground to drill the pits and obtain the samples that later were taken to the laboratory to be analyzed and then to be processed in the spreadsheets of Excel, for that reason the tests of granulometry (ASTM D422), moisture content (ASTM D2216), atterberg limit (ASTM D4318), modified proctor (ASTM D1557) and direct cut (ASTM D3080). Concluding that if possible the improvement of the collapsible soils by adding diluted cement in water by the tests realized in cabinet.

• **Keyword:** cement diluted in water, improvement of collapsible soil and surface foundations.

## I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática de la ciudad de Chimbote, es que hay zonas donde las edificaciones son construcciones expuestas a suelos colapsable, las viviendas tienen inestabilidad e incapacidad de carga de suelo para soportar la estructura, existen muchas maneras de poder mejorar el suelo, que varían el tipo de niveles y las cargas que soportan la cimentación, pero muchas veces desconocemos los mejoramientos y construimos sobre suelos colapsables, éstas se ven reflejadas el lugar de estudio.

La localidad de Chimbote se encuentra ubicada cerca de una zona costera, los estudios geotécnicos se estudian y se cuantifica las características físicas de los suelos, al emplearlo como componente de cantidad para el soporte de una cimentación (Tavera, 2014, p.72).

La capacidad portante baja ( $1-2 \text{ kg/cm}^2$ ), media ( $2-3 \text{ kg/cm}^2$ ) y alta ( $>3 \text{ kg/cm}^2$ ) se consideran para suelos compactados y moderadamente compactados, con edificaciones menor a 3 niveles. El objetivo del estudio geotécnico es averiguar la presencia del agua en el subsuelo, en relación a los esfuerzos aplicados, ocasionando una disminución de las propiedades y características de la resistencia del suelo (Tavera, 2014, p.79).

El Asentamiento Humano Magdalena Nueva tiene un índice de nivel freático elevado, ya que las viviendas están asentadas en una zona de material de relleno no calificado, el nivel freática se encuentre a una altura no muy profunda, entonces la cavidades del suelo hace que el agua filtre, como consecuencia generaría un asentamiento de sus cimientto. Las edificaciones están hechas sin haber hecho un análisis de suelos o estudio, esto se da porque son asentadas en suelos no mejorados es ahí que con el tiempo estas edificaciones se van asentado, más aun cuando los propietarios le aumentan de 3 a 4 pisos, esta zona lo mínimo a construir son hasta 2 pisos, siempre y cuando pueden aumentar sus niveles si el suelo está mejorado y diseñado para la cantidad de pisos, pueden darle diferente usos a la edificación con fines de lucro a futuros, mediante la observación directa podemos decir que la mayoría de la

edificaciones de viviendas son 1 piso y el máximo de 3 pisos que con el tiempo se han asentado, mostrando el deterioro.

Los antecedentes a nivel internacional de la tesis titulada: “Elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos” de Dagoberto, Núñez Rojas, Ciudad Obregón, Sonora (México), 2011, Instituto Tecnológico de Sonora, tiene como objetivo determinar la dosificación de un conglomerante mediante el índice plástico de un suelo para estabilizarlo; El cemento mezclado con suelo mejora las propiedades de este desde el punto de vista mecánico, por una parte actúa como conglomerante de las gravas, arenas y limos desempeñan el mismo papel que el hormigón, el resultado al contacto del cemento con el agua es la disminución de la porosidad y de la plasticidad así como un aumento en la resistencia y en la durabilidad, las dosificaciones del cemento de acuerdo a las normas de dosificación de suelo cemento nos dice que es de 5-8, 6-10 y 9-14 por ciento, donde podemos decir que la estabilización es de uso cada vez más frecuente y consiste comúnmente en agregar cemento portland en proporción de un 7% a un 16% por volumen de mezcla, para la dosificación del cemento en suelo con IP menor a 10 nos basaremos en los porcentajes propuestos de acuerdo a la dosificación de suelos – cemento por la “portland cement association” mediante el ensayo de limite liquido nos da en la curva de fluidez un 36.61, y en el límite plástico nos dio como resultado el promedio de contenido de humedad saliendo un 18.075, teniendo como resultado de IP al 18.425%, entonces se considera un arcilla plástica por tener un IP mayor a 10, se recomienda utilizar como conglomerante la cal ya que funciona mejor para este tipo de suelo, como conclusión se cumplió con el objetivo al inicio del estudio ya que por medio del método propuesto se encontró la dosificación óptima de la muestra del suelo, los resultados más importantes de la metodología que se siguió fue lo siguiente:

Se realizó la prueba para determinar los límites de atterberg lo cuales arrojan un índice de plasticidad de 18.425; Por tener un índice plasticidad mayor a 10 se determinó que era un suelo plástico y el conglomerante que reacciona mejor para este tipo de material y nos implica menores costos es la cal.



Los antecedentes a nivel internacional de la tesis titulada: “Guía para el mejoramiento de la capacidad de carga en terreno de consistencia blanda o media” de Nuñez Solís Luís Oswaldo y Rodas Romo Nicolay Israel, Quito – Ecuador, Universidad Central del Ecuador, tiene como objetivo mejorar la capacidad de carga en terrenos de consistencia blanda a media mediante la inclusión de una capa de suelo granular compactado, donde para la utilización empleo adiciones de cal hidratada con cenizas volátiles ya que posee propiedades de puzolánica y que al combinarse con cal hidratada presenta propiedades cementales siendo su proporción adecuada de, 10% al 35% de cenizas y de 2% al 10% de cal hidratada. Al utilizar esta mezcla, el suelo es más resistente al deterioro bajo cargas repetidas así como también los efectos ambientales. teniendo en su análisis granulométrico un porcentaje de grava de 66%, arena de 33% y 1% de finos donde su índice de plasticidad es nula teniendo un porcentaje de humedad de 25% , con coeficiente de uniformidad de 45.59 y coeficiente de curvatura de 2.89, según su clasificación de suelo mediante la norma internacional SUCS nombrándole un GW una grava bien graduada, para la evaluación del ensayo de proctor modificado se obtuvo como resultado con una densidad máxima seca de  $1.984 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad 8.26%, de manera que el proceso de análisis de ensayo de corte directo le arrojo un ángulo de fricción de  $50^\circ$  con una cohesión de  $0.00 \text{ kg/cm}^2$  se concluyó que con la conformidad de los resultados obtenidos de análisis granulométricos, ensayo de límites de atterberg, ensayo de proctor modificado y ensayo de corte directo que con el suelo granular empleado se da un mejoramiento que cumple con las condiciones y parámetros establecidos.

Los antecedentes a nivel internacional de la tesis titulada: “Evaluación del mejoramiento de suelo arcillosos empleando materiales cementantes” de Juan Martínez Santos, México, 2010, Universidad Veracruzana, tiene como objetivo determinar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la modificación del suelo de la zona norte de la ciudad de xalapata, Teniendo que es un suelo arcilloso según su clasificación de suelo mediante la norma internacional SUCS nombrándole un SC con un índice de grupo 6 llegando a obtener un índice de plasticidad I.P. que varía de 12.4% y mediante el proctor modificado alcanzo

1.78 gr/cm<sup>3</sup> de densidad máxima seca con un grado de humedad 10.3%, empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes, mediante la hidratación del cemento, se obtiene una mezcla más dura y resistente que un suelo sin estabilizar. La adición de pequeñas cantidades de cemento, del orden del 2% al 3% puede modificar las propiedades del suelo, mientras del orden del 5% al 6% pueden originar que el suelo cambie radicalmente sus propiedades, este tipo de mezcla, es de característica física – química, aunque en apariencia física (textura, forma, etc.). No es notable la diferencia en la composición química, debido las resistencias internas que ocurren al encontrarse los componentes del cemento, de la arcilla, y con la acción del agua, los resultados obtenidos de las pruebas ejecutadas a la mezcla de suelo con cemento en diferentes porcentajes, al aumentarle el porcentaje de cemento al 2% podemos decir que tuvo un aumento de estado natural, después sufrió un descenso pero sin colocarse por debajo del límite del suelo original y para porcentaje mayores tuvo un ascenso uniforme donde al 8% del cemento tuvo un límite líquido de 41.4%, el mismo procedimiento fue para el límite plástico tuvo un aumento más uniforme en el límite plástico, presentando el mayor para el 8% con un valor de 29%, presentando una diferencia respecto al suelo natural, como conclusión de los resultados obtenidos en la mezcla del suelo con cemento en la determinación del límite líquido, todos los valores en los diferentes porcentajes se encuentran arriba de 30% especificado, por lo podemos concluir que la labor del cemento en el tipo de suelo encontrado no mejora.

Teorías relacionadas al tema las tres fases del suelo son: la sólida se conforma por partículas minerales del suelo, la líquida se encuentra por el nivel freático del suelo y la gaseosa comprende sobre todo el volumen de los vacíos del suelo (Juárez y Rico, 2005, p.51).

Los tipos de suelo son las gravas con acumulaciones de fragmentos de rocas que se ubican en los lechos de los ríos y son transportadas en partículas desde 7.62cm (3") hasta 2.0mm (Crespo, 2004, p.21).

Las arenas finas naturales son la trituración de las rocas, estando limpias no se contraen al secarse, donde las partículas son 2mm y 0.5mm de diámetro; los limos son granos finos de poca plasticidad, sus partículas cambian entre 0.05mm

y 0.005mm. Los limos sueltos y saturados no son adecuados para cimentar. La infiltración de los limos orgánicos tienen un nivel bajo y su comprensibilidad es alta; la arcilla tiene su diámetro menor de 0.005mm, que al combinar con agua se vuelve plástica; el esqueleto de estos minerales es, generalmente, cristalina y complejo, y sus átomos están organizados en forma laminar (Crespo, 2004, p.22).

Propiedades del suelo, el ensayo de corte directo sirve para saber la capacidad que tiene el terreno para soportar cargas aplicadas sobre el (Tavera, 2013, p.77).

Mohr (1900) expone su teoría de ruptura de los materiales, donde expresa que un material falla por esfuerzo normal y esfuerzo cortante, y no solo por la presencia de un esfuerzo máximo cortante (Braja, 2001, p.207).

El ensayo de proctor en el laboratorio logra una uniformidad en la parte inferior hacia la superficie de la capa compactado, en todos los suelos se aplica un medio lubricante entre sus partículas que permite que se compacten (Crespo, 2004, p.102).

El análisis granulométrico es la medición de los granos que corresponde a cada uno de los tamaños previsto por una escala, el método hace pasar las partículas por una columna de tamiz de distintos espacios actuando como filtro (Pozo, 2010, p.119).

El límite de Atterberg consiste en determinar los tres estados de límites que puede encontrarse un suelo: líquido, plástico o sólido; Estos límites son: el límite de liquidez (LL), el límite de plasticidad (LP) y el límite de retracción (LR) (Sanz, 1975, p.36).

Se denomina suelos colapsables, por la definición aplicada de la norma E-0.50, son suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento, que pone en riesgo a las estructuras cimentadas sobre ellos (Norma E-0.50, 2006, p.35).

Zur y wisemam (1973) define al suelo colapsable a la debilitación de masa del suelo, dado al incremento de los siguientes causas: contenido de humedad, nivel

de saturación, tensión media actuante, tensión de corte y empuje de poros (R, Redolfi, 2007, p.3).

Características de los suelos colapsables es una estructura permeable, con un índice de huecos, entre alto a muy alto, la granulometría fina con limos y arcillas poco distribuido donde una fracción de arcilla es escasa pero tiene el comportamiento importante de la estructura intergranular, la estructura mal acomodada presenta granos de tamaño separados, clasifican a los suelos colapsables y desmoronables en: (R. Redolfi, 2007, p.3).

Grupo I: son suelos con un cambio ligero entre presiones efectivas y las deformaciones sin que se alcance la resistencia última del material, la causa del colapso es el cambio de presiones efectivas, a este conjunto corresponden los limos o arcillas cementadas y las rocas de gran porosidad (R. Redolfi, 2007, p.3).

Grupo II: son suelos que no provoca colapso, si no cambia la relación presión deformación, y si en arcillas que contienen sulfatos. Si tienen humedad, el vínculo tensión – deformación es una circunferencia suave y continua y sin quiebres. La saturación produce, un cambio volumétrico, debido a un aumento de la presión de los poros que origina la debilidad de la resistencia al corte del suelo (R. Redolfi, 2007, p.4).

Se llama asentamiento, al estar sometidos a una carga aplicada a través de los cimientos, una de las funciones principales de los cimientos es transmitir el peso absoluto de la edificación al suelo, la transferencia de carga debe ser tan uniforme como sea posible, debe prolongarse sobre un área adecuadamente grande para que sea segura. Por lo tanto, el área que se precisa para la distribución de la carga depende de la capacidad del terreno para soportar la carga (addleson, 2001, p.142).

“el asentamiento total dependerá del tipo del suelo y de la carga impuesta. También hay tener en cuenta el factor tiempo. La carga aplicada al suelo aumenta a medida que la construcción avanza” (addleson, 2001, p.142).

El comportamiento de los suelos arenosos “los cimientos en suelos arenosos se asientan rápidamente después de aplicar la carga, debido a que las partículas

sólidas y los espacios entre estas son grandes, lo que a su vez permite el desplazamiento rápido del agua” (addleson, 2001, p.142)

Mejoramiento de suelos colapsables tiene como objetivo primordial eliminar y disminuir considerablemente la prevención al colapso del suelo, bien reduciendo la abertura del suelo por medio de la compactación o aumentando la resistencia estructural entre las partículas del suelo por el método físico químico (R. Redolfi, 2007, p.23).

Método de mejoramiento de las propiedades del suelo al crearse nuevos contactos cohesivos este grupo incluye aquellas metodologías en las cuales el mejoramiento de las propiedades del suelo se da con nuevos vínculos más sólidos en la estructura del suelo; Donde el agente cementante cambiara la estructura original, el método de estabilización superficiales, el mejoramiento en general se consigue mediante la mezcla y posterior compactación del suelo con agentes químicos o cementales, tales como: cemento, cal, emulsiones asfálticas, sales (R. Redolfi, 2007, p.26).

Suelos no cohesivos (granulares) y suelos cohesivos (finos) “Los primeros corresponden a partículas sueltas, de forma tendiente a la esfericidad, y cuya granulometrías permite distinguir los distintos granos a simple vista, partiendo desde las 60 micras de diámetro” (Zanni, 2008, p.51).

“Respecto a los suelos cohesivos, incluyen partículas que abarcan dos grandes categorías: limos y arcillas” (Zanni, 2008, p.51).

“Su comportamiento ante las cargas, y por ende sus deformaciones, son absolutamente disímiles en comparación a los suelos granulares. En estos, su resistencia está directamente relacionada con su capacidad (se refiere a la disposición de las partículas de suelo, con mayor o menor porcentaje de vacíos entre ellas) y con la dureza de sus granos constituyentes. Es obvio que a mayor compacidad (es decir mejor nivel de acomodamiento), las deformaciones de este suelo bajo carga, serán menores que en otros menos compactado” (Zanni, 2008, p.51).



“Respecto a la permeabilidad, estará determinada por la orientación de las partículas, característica está más relevante en los suelos cohesivos (partículas no esféricas), también se observa en las arenas. En ambos casos, el flujo de agua será siempre a favor la dirección de orientación predominante” (Zanni, 2008, p.52).

“En los siguientes granulares, la humedad capilar rodea las partículas (aún sin saturar los vacíos) mojando su superficie, y por efecto de la tensión superficial, adosa granos adyacentes, manteniéndolos unidos. Al perder esta humedad, el suelo disminuye su cohesión. En caso de los suelos finos, el agua de absorción carga eléctricamente la superficie de cada partícula circunvecina, cohesionando el suelo mediante estas atracciones electroquímicas” (Zanni, 2008, p.52).

La licuefacción es producida por el reacomodamiento de los granos como resultado de las vibraciones ocasionadas por un sismo, al reducir los espacios se incrementa los poros, donde la presión de los poros disminuye y al igual que la resistencia al suelo, y el suelo se comporta como un suelos líquido denso y en algunos casos, la estructura pueden llegar a flotar, donde el agua es desplazada hacia la superficie, este es una de las típicas evidencias de licuefacción de suelos (Matamoros, 1994, p.17).

La licuefacción del suelo es originada por sismos de magnitud mayores a cinco en la escala de Richter y dentro de una distancia de cinco kilómetros, dependiendo de la magnitud y el subsuelo (Matamoros, 1994, p.18).

“Los resultados de numerosos estudios, resumidos por mulilis (1977), confirman que el inicio de la licuefacción es procedido de la saturación de las arenas. El desarrollo de este fenómeno depende sobre todo del tipo de suelo, porosidad, el efecto inicial de la presión, la intensidad, duración y magnitud de un temblor” (Matamoros, 1994, p.18).

Sauter (1989), indica que el estado de licuefacción se da únicamente en suelos saturados y pocos densos, las arenas y las arenas limosas si no está mejorada pueden producir la licuefacción. Los principales factores de licuefacción que tiene un suelo son: las características y composición granulométrica de la arena, la densidad relativa y la resistencia a la penetración, la profundidad del nivel

freático y presión de confinamiento, las características del movimiento del terreno (Matamoros, 1994, p.19).

El nivel freático se define como el lugar preciso que alcanza la superficie del agua encontrándolo en estado saturado y no saturado, de los vacíos del suelo in situ (Gonzales, 2001, p.34).

El suelo - cemento mezclado íntimamente desarrolla una pared de enlaces durante la reacción de hidratación que proporciona a la mezcla, una buena capacidad de soporte, con la dosificación adecuada mejora su resistencia a los agentes físicos y químicos agresivos, reacciona mejor para suelos granulares con pocos finos reaccionando favorablemente (Abascal, 2013, p.3).

Los suelos que están por debajo del nivel freático se consideran en estado saturado, porque las cavidades están cubierto por agua, los suelos que están sobre el nivel freático se les llama suelo seco o parcialmente saturado, y de acuerdo con Fredlund (2000), la mayor parte de los suelos vacíos se encuentran llenos de aire, existe una fase liquida pero en estado discontinuo, es decir, como pequeñas gotas de agua aisladas (Ochoa, 2001, p.27).

La Capilaridad es la relación de dos fluidos no mezclable en el caso del agua y del aire realiza una atracción entres sus moléculas que se llama tensión superficial, estas moléculas al unirse a los sólidos, hace que el agua se retenida por los finos canalillos que existen en el suelo (conductos capilares), a veces lleno de aire; Estas fuerzas de retención constituyen las llamadas fuerzas capilares (Gonzales, 2001, p.35).

Hay que señalar que la capilaridad de un suelo no puede estudiarse si éste está saturada, contrariamente a lo que ocurre al estudio de la permeabilidad, los granos están inmerso en el agua capilar, esto hace que se junten los granos unos a otros aumentando así la resistencia del suelo (Sanz, 1975, p.83).

La permeabilidad es la propiedad que tiene un suelo en dejar transitar agua a través de él, por ello la permeabilidad cumple un papel importante al hacer una excavación a cielo abierto por debajo del nivel freático (Gonzales, 2001, p.38).

Terzaghi (1943) expone en su teoría para determinar la capacidad de carga última, la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad  $D_f$  de la cimentación es igual a 3 o 4 veces al ancho de la cimentación (Braja, 2001, p.393).

$$q_c = 1.3c.N'_c + \gamma.D_f.N'_q + 0.4\gamma.B.N'_\gamma$$

$q_c$  = capacidad ultima de carga

$q_{ad}$  = capacidad de carga admisible

$F_c$  = Factor de Seguridad

$\gamma$  = Peso específico total

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$

$B$  = Ancho de Zapata en m

$D_f$  = Profundidad de cimentación en m

$C$  = cohesión

$\phi$  = Angulo de fricción interna

Las cimentaciones superficiales cuyo desempeño es trasportar el peso de una edificación a profundidades reducidas, menor a 4 metros aproximadamente con respecto al nivel de la superficie natural de un suelo (Berrocal, 2013, p.1).

Tipos de cimentaciones superficiales, según su función: zapatas aisladas, zapatas combinadas, zapatas corridas y losa de cimentación (Berrocal, 2013, p.2).

Cimentaciones lineales es “Donde la carga se transmite a los cimientos por paredes y donde no existen condiciones especiales de suelo. La profundidad de la cimentación depende de las propiedades del suelo a una profundidad dada; Por lo tanto, donde las condiciones del suelo sean favorables, los cimientos pueden ser estrechos y pocos profundos; cuando el suelo se pobre, los cimientos tendrán que ser más anchos y a veces más profundos con refuerzos transversales para distribuir la carga sobre una área suficiente” (addleson, 2001, p.142).

“Cimentaciones de zapatas aisladas, casi siempre aguantan edificios reticulados, donde las cargas se transmiten por las columnas. Ya que no existe ninguna conexión entre las zapatas, se deben tener muy en cuenta los asentamientos diferenciales” (addleson, 2001, p.143).

Las zapatas aisladas se utiliza para edificaciones en suelos compactos con carga de la estructura moderada que pueden ser hasta de 6 pisos, Con el fin de darle estabilidad a los costados de la cimentación, donde en su mayoría deben estar conectadas en ambos sentidos por medio de vigas de amarre (Berrocal, 2013, p.2).

Las zapatas combinadas se usa para suelos poco compresibles y cargas moderadas, se busca darle una reducción de esfuerzos, para que la estructura gane rigidez; la loza de cimentación solo se usa cuando el suelo tiene una capacidad portante baja, mediante esta solución se disminuyen los esfuerzos en el suelo y se minimizan los asentamientos diferenciales (Berrocal, 2013, p.2).

Zapatas corridas es “Cuando lo que se trata es cimentar muros de carga (de fábrica o de hormigón), la zapata será continua o corrida aquella que reciben más pilares en fila” (Medina, 2008, p.157).

“las cimentaciones sobre losas de hormigón armado se usan con todos los tipos de transmisión de carga, donde se necesita distribuirla sobre una superficie grande en lugares donde los suelos son débiles” (addleson, 2001, p.143).

Funciones del cemento diluido en el suelo Para Ampuero, (2012), “La lechada puede realizar diferentes funciones en el suelo. El más común es el control de asentamientos, reducir la permeabilidad y reducir la capacidad de cargas. Para lograr estos objetivos, la lechada puede aumentar la resistencia del suelo y reforzar la masa, o la forma elementos estructurales que directamente llevan la carga; Una de las funciones es adicionar cohesión al material y rellenar los espacios vacíos de la masa” (p.127).

“La mejora del suelo, implica la modificación del suelo de un sitio para mejorar su desempeño en el cumplimiento de un objetivo de diseño. Esto se puede lograr

de manera uniforme por la modificación del suelo, o mediante la creación de distintos elementos que actúan en la masa del suelo” (Ampuero, 2012, p.128).

“Donde los elementos discretos son usados, deben ser pequeños para cerrar los vacíos de modo que no existe una concentración de carga efectiva. En el diseño de mejorar el suelo, lo que importa es el comportamiento de la mezcla del volumen del suelo cementado, y los elementos discretos se pueden utilizar, sólo para proporcionar un beneficio compuesto que actúa en general, sin tener en cuenta la ubicación de los elementos individuales. Obviamente, los elementos separados no son muy apropiados para el control de filtraciones, pero si para resistir esfuerzos y asentamientos, aplicaciones relacionadas con la solución que puede ser eficaz y económica” (Ampuero, 2012, p.128).

Para Ampuero (2012), el Cemento Portland utilizado en los ensayos de mezcla, son cementos compuestos principalmente de silicatos de calcio, éstos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua, a esta reacción se denomina hidratación (p.53).

Para Ampuero (2012), el cemento tipo V es para uso de alta resistencia a la acción de los sulfatos, se especifica cuando hay exposición intensa a los sulfatos y las estructuras están expuestas al agua de mar (p.54).

El agua de mezcla, posibilita el humedecimiento del cemento y hace la mezcla manipulable, la cantidad de líquido requerida tiene que estar en porcentaje de la masa del cemento para hacer que la mezcla sea trabajable y con el tiempo el agua se evapora, ocupando así espacios vacíos en la mezcla disminuyendo su resistencia y durabilidad (Rivera, 2013, p.77).

“se sugiere que el agua sea potable con bajo cloruro, ya que puede causar corrosión y que no tenga un pronunciado olor o sabor para poder usarlo como mezclas de concreto o mortero” (Sánchez, 2001, p.60).



En esta investigación se tiene como formulación del problema lo siguiente ¿Será posible el mejoramiento de suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva?

La justificación de la presente investigación es mejorar las propiedades del suelo con fines de cimientos mediante un estudio de suelo, mediante la mezcla cemento diluido en agua podremos mejorar las propiedades del suelo de la edificación que uno quiera construir en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva de Chimbote, donde se podrá beneficiar la población ya que no sufrirá problemas de asentamientos de su estructura con el transcurrir de los años.

La hipótesis de esta investigación es la siguiente, Usando cemento diluido en agua si será posible el mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva.

Es por ello que esta investigación tiene como objetivo general Determinar el mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva.

Determinar los límites de atterberg de suelo del patrón natural del asentamiento humano Magdalena Nueva.

Determinar la densidad relativa del suelo colapsable con mejoramiento y sin mejoramiento mediante el ensayo del proctor modificado.

Determinar la capacidad portante del suelo con mejoramiento y sin mejoramiento mediante el ensayo de corte directo.

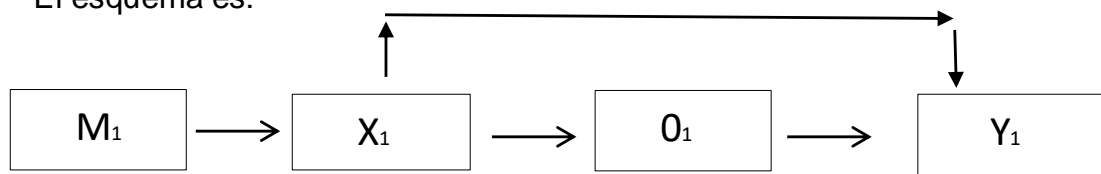
Determinar el tipo de cimentación para la zona en estudio.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Diseño de investigación:

De tipo correlacional no experimental según el esquema

El esquema es:



**M<sub>1</sub>:** muestra que se empleará para la investigación

- M<sub>1</sub>: suelo colapsable

**X<sub>1</sub>:** variable independiente

- cemento diluido en agua al 6%, 10%, 14%

**O<sub>1</sub>:** resultados obtenidos

**Y:** variable dependiente

- Y: mejoramiento del suelo colapsable

## 2.2. Variables, operacionalización

Variable	Nombre Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala valorativa	Escala de medición
independiente	cemento diluido en agua	<b>Cemento diluido en agua:</b> puede realizar diferentes funciones en el suelo. El más común es el control de asentamientos, reducir la permeabilidad y reducir la capacidad de cargas. Para lograr estos objetivos, la lechada puede aumentar la resistencia del suelo y reforzar la masa, o la forma elementos estructurales que directamente llevan la carga (Ampuero Cayo, Salomón, 2012).	Para fines de análisis mediante el cemento diluido en agua, presenta el método siguiente: - Método cuantitativo Permite hacer la evaluación de forma rápida y sencilla. Es usado para obtener un comparamiento del suelo, la muestra adicionada y sin adicionar en 6%,10% y al 14% de cemento diluido en agua.	Cemento diluido en agua al 6%,10% y al 14% de la muestra a mejorar	- Peso del cemento en Kg	Análisis granulométrico (ASTM D422)	<p>Aceptado</p> <p>No aceptado</p>	Nominal

Variable	Nombre Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala valorativa	Escala de Medición
dependiente	Mejoramiento del suelo colapsable	<p><b>Suelos:</b> fases del suelo son: la sólida se conforma por partículas minerales del suelo, la líquida se encuentra por el nivel freático del suelo y la gaseosa comprende sobre todo el volumen de los vacíos del suelo (Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 2005).</p> <p><b>Mejoramiento:</b> es eliminar y disminuir apreciablemente la susceptibilidad al colapso del suelo, bien disminuyendo la porosidad del suelo (compactación) o bien aumentando la resistencia estructural (R. Redolfi, 2007, p.23).</p>	<p>Para fines de análisis mediante los suelos, presentan diversos métodos que se clasifican en el siguiente grupo :</p> <p>- Método cuantitativo</p> <p>Permite hacer la evaluación de forma rápida y sencilla.</p> <p>Son usados para obtener un comparamiento del suelo con mejoramiento y el suelo sin mejoramiento.</p>	Propiedades del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis granulométrico</li> <li>- Límite líquido</li> <li>- Límite plástico</li> <li>- Contenido de humedad</li> <li>- Ensayo de compactación proctor modificado</li> <li>- Ensayo de corte directo</li> </ul>	<p>Ensayo de corte directo (ASTM D 3080)</p> <p>proctor modificado (ASTM D 1557)</p> <p>Análisis granulométrico (ASTM D422)</p> <p>Contenido de humedad (ASTM D 2216)</p> <p>Límites de atterberg (ASTM D 4318)</p>	<p>Corte Directo Cuando la Capacidad Portante es 1-2 Kg/cm<sup>2</sup> es baja</p> <p>Corte Directo Cuando la Capacidad Portante es 2-3 Kg/cm<sup>2</sup> es media</p> <p>Corte Directo Cuando la Capacidad Portante es 2-3 Kg/cm<sup>2</sup> es alta</p>	Nominal

## **2.3. Población y muestra**

**2.3.1 Población:** mi población para esta investigación será el suelo colapsable existente en el asentamiento humano Magdalena Nueva, teniendo un área total de 31,872.60 m<sup>2</sup>, se evadió la parte de terreno pavimentado solo trabajando la parte habilitada según la Norma E-0.50.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Protocolos:**

Se anotarán los datos en formatos para recolección de datos de los ensayos, y se realizarán los ensayos en máquinas calibradas y con los instrumentos requeridos.

Para los resultados iniciales de caracterización y propiedades del suelo se usaran las siguientes normas: Análisis granulométrico (ASTM D422), Límites de atterberg (ASTM D 4318), Contenido de humedad (ASTM D 2216), Ensayo de compactación proctor modificado (ASTM D 1557), Ensayo de corte directo (ASTM D 3080).

### **2.4.1 Procedimientos**

#### **CORTE DIRECTO (ASTM D 3080):**

Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo. Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas.

El ensayo consiste en:

- Colocación de la muestra en el dispositivo de corte.
- Aplicación de una carga normal.
- Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra.
- Consolidación de la muestra.
- Liberación de los marcos que sostienen la muestra.
- Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra.

### **Equipos Necesarios:**

- La capacidad depende más que todo del tipo de control: con control de deformaciones o con control de esfuerzos. Se prefiere generalmente el primero por la facilidad para determinar, tanto el esfuerzo último, como la carga máxima.
- El equipo con control de deformaciones debe tener la capacidad para cortar la muestra a una velocidad de desplazamiento uniforme, con una desviación de  $\pm 10 \%$  y debe permitir el ajuste de la velocidad de desplazamiento dentro de un rango más o menos amplio.
- La velocidad de aplicación de la carga, depende de las características de consolidación del suelo. Se logra usualmente por medio de un motor con caja de transmisión y la fuerza de corte se determina por medio de un indicador de carga.
- Si se usa el equipo con control de esfuerzos, debe ser capaz de aplicar la fuerza de corte sobre la muestra con incrementos de carga y grado de precisión.
- Equipo para el corte de la muestra. Debe ser adecuado para tallar la muestra de acuerdo con las dimensiones interiores de la caja de corte con un mínimo de alteración. Puede necesitarse un soporte exterior para mantener en alineamiento axial una serie de 2 o 3 anillos.

### **Procedimiento del Corte Directo:**

- Se ensambla la caja de corte con los marcos alineados y se bloquea. Se aplica una capa de grasa entre los marcos para lograr impermeabilidad durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte.
- Se introduce la muestra de ensayo con sumo cuidado. Se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra y luego se determina el espesor inicial.
- Para suelos expansivos se debe efectuar el humedecimiento después de la aplicación de la fuerza normal, para evitar expansiones que no son representativas de las condiciones de campo.

- La fuerza normal que se aplique a cada una de las muestras depende de la información requerida. Un solo incremento de ella puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. El primer incremento dependerá de la resistencia y de la sensibilidad del suelo.
- Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza.
- Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada.
- Se representan gráficamente las lecturas de la deformación normal contra el tiempo.
- Corte de la muestra. Luego de terminada la consolidación se deben soltar los marcos separándolos aproximadamente 0.25 mm (0.01"), para permitir el corte de la muestra.
- Se debe aplicar la fuerza de corte lentamente para permitir la disipación completa del exceso de presión de poros.

### **PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557):**

Un suelo con un contenido de Humedad determinado es colocado en 5 capas dentro de un molde de ciertas dimensiones, cada una de las capas es compactada en 25 ó 56 golpes con un pisón de 10 lb (44.5 N) desde una altura de caída de 18 pulgadas (457 mm), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente de 56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>). Se determina el Peso Unitario Seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el Peso Unitario Seco y el Contenido de Agua del Suelo. Estos datos, cuando son ploteados, representan una relación curvilínea conocida como curva de Compactación. Los valores de Optimo Contenido de Agua y Máximo Peso Unitario Seco Modificado son determinados de la Curva de Compactación.

### **Importancia y Uso**

El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

### **Equipos Necesarios:**

- Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $4,000 \pm 0,016$  pulg ( $101,6 \pm 0,4$  mm) de diámetro interior, una altura de  $4,584 \pm 0,018$  pulg ( $116,4 \pm 0,5$  mm) y un volumen de  $0,0333 \pm 0,0005$  pie<sup>3</sup> ( $944 \pm 14$  cm<sup>3</sup>).
- Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente ó mecánicamente. El pisón debe caer libremente a una distancia de  $18 \pm 0,05$  pulg ( $457,2 \pm 1,6$  mm) de la superficie de espécimen.
- Balanza.- Una balanza de aproximación de 1 gramo.
- Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $230 \pm 9$  °F ( $110 \pm 5$  °C) a través de la cámara de secado.
- Regla.- Una regla metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 10 pulgadas (254 mm). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,005$  pulg ( $\pm 0,1$  mm). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 1/8 pulg (3 mm).
- Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato



mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

**Procedimiento del proctor modificado:**

- Usar aproximadamente 5 lbm (2,3 kg) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 13 lbm (5,9 kg) cuando se emplee el Método C.
- Método de Preparación Seca.- Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 140 °F (60 °C).
- Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.
- Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El método de enlace ó unión al cimiento rígido debe permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.
- Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 2 pulg (5 mm) de diámetro.
- Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde.

- Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde.

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D- 422):**

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño. Esta se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distintos diámetros hasta el tamiz N°200 (diámetro = 0.074mm), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación.

El análisis granulométrico deriva de una curva granulométrica, donde se plantea: diámetro de Tamiz Vs Porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiere dar al agregado.

#### **Equipos Necesarios:**

- Balanza con sensibilidad de 0.1% del peso de la muestra a ensayar.
- Juego de tamises: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100, N°200, incluyendo tapa de fondo, siendo las mallas de abertura cuadrada.
- Horno con graduación de temperatura de hasta 110°C como mínimo.
- Recipientes con capacidad suficiente para colocar la muestra.
- Depósito para lavar muestra.

#### **Procedimiento de la granulometría:**

Se realizar sobre todo muestras cuya grava no es limpia, si no que contiene mucho material arcilloso que rodea el agregado grueso. Esto ocurre generalmente en afirmado o en muestra que contiene alto porcentaje de material de diámetro menor al del tamiz N°200 (material arcilloso). Para ello se procede de la siguiente manera:

- En un recipiente se agrega la muestra hasta tener la cantidad de material necesario para el análisis, más o menos 100 g.

- Se seca la muestra en el horno durante 16 horas a una temperatura de 110°C o a la intemperie si el clima lo permite, hasta que tenga peso constante.
- Se disgregan los terrones arcillosos del material. Se pesa la muestra seca sin lavar y se anota como  $P_1$  (Peso de la muestra secada al horno).
- Si se pesa la muestra en una bandeja, se descuenta el peso de la misma:

$$P_1 = \text{Peso (recipiente + muestra)} - \text{Peso recipiente}$$

- Se lava, vertiendo el agua sobre el material suspendido en el tamiz N°200, y se elimina el material que pasa por dicho tamiz, que vendría a ser la parte de arcilla del agregado.

Cuando el agregado contiene mucho material arcilloso, es preferible antes de lavarlo dejarlo en remojo por unas horas para que se disuelva la arcilla.

### **LIMITE DE ATTEBERG ASTM 4020**

Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

Para este ensayo se usaran las muestras del suelo que pasaron el tamiz número 40 de la prueba de granulometría de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10.

Se utilizara la norma ASTM 4020, con 200 gr de muestra de suelo de cada calicata para obtener su límite de Atterberg y contenido de humedad en su dicha prueba.

### **Equipos necesarios:**

- Copa de Casagrande
- Taras, espátula acanalador
- Recipiente con capacidad suficiente para colocar la muestra.
- Balanza con sensibilidad de 0.01% del peso de la muestra a ensayar.

### **Procedimiento del Límite Líquido**

- Se toma una porción de suelo y se agrega agua hasta, formar una masa pastosa ligeramente húmeda.
- Colocar una porción en la cazuela de Casagrande y pulir la superficie superior hasta que el plano de este quede paralela a la base del instrumento.
- Con el ranudador, se hace una incisión en el centro de la masa, de tal manera que se visualice el fondo de la capsula de la copa de Casagrande.
- Se comienza a girar la manivela, dejando golpear la cazuela y contando los golpes que se hacen necesarios para que las dos mitades del suelo se unan. Si esto no se logra en el primer intento, se debe tomar otra proporción de suelo con un poco más de agua e intentarlo de nuevo hasta conseguirlo.
- Se toma el peso de la tara vacía
- Se toma una porción de la masa de suelo y se introduce en la tara pesada con anterioridad y se pesa de nuevo el conjunto de tara más la porción de suelo
- Se introduce la tara en el horno y se deja secar completamente, para luego timar el peso seco de la muestra.

#### **2.4.2. Validación de los instrumentos de investigación**

En el estudio se utilizaran normas técnicas que no solicitan de validación por juicio de expertos, ni de evaluación de confiabilidad ya que han sido elaborados por un equipo especializado a nivel internacional por los creadores de la norma AASHTO Soil Classification System (from AASHTO M 145 or ASTM D3282), Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), constituyen procedimientos estandarizados que tienen alcance nacional e internacional.

### **2.5. Métodos de análisis de datos**

El análisis de datos corresponde a un enfoque cuantitativo, el que se presenta un nivel de análisis descriptivo donde se mejorara las muestras

de suelo colapsable con cemento tipo v en distintos porcentajes, buscando mejorar densidad óptima del suelo colapsable con mejoramiento y sin mejoramiento mediante el ensayo del proctor modificado.

Donde la recolección de los datos se dará mediante instrumentos estandarizados confiables donde se elaborara las tablas y gráficas para el procesamiento de datos y se hará uso de la técnica de distribución de frecuencias, gráficos estadísticos como: gráfico de bastones, histograma de frecuencias absolutas o relativas y gráfico de barras, en el cual se obtendrán valores para la media, desviación estándar, varianza, para su posterior evaluación con la hipótesis de estudio.

## **2.6. Aspectos éticos**

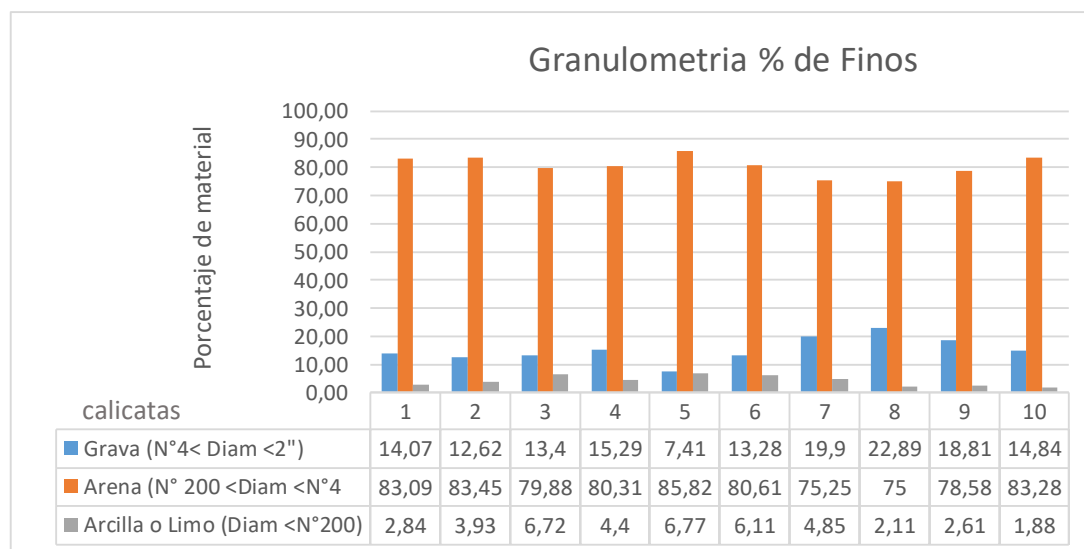
Para la elaboración de esta investigación se trabajará con total transparencia ya que lo que se busca es tener una investigación veraz y que tengan datos reales.

### III. RESULTADOS

En base a los estudios que se realizó en la investigación se ha logrado analizar cada uno de las propiedades del suelo a mejorar, donde se realizó el ensayo de Análisis granulometría ASTM 422, que el suelo natural se encuentra en una clasificación de suelo según SUCS (SP) que determina que un suelo no brinda las propiedades adecuadas para la utilización con fines de cimentación, ya que se ha comprobado que su humedad es relativamente superior a lo normal, por consecuente sus límites de atterberg al ser un suelo granular su índice de plasticidad es bajo o nulo, siendo esto un factor predominante para que este suelo sea un suelo con baja resistencia a la cargas, según se ha demostrado en los ensayos que se ha realizado de proctor modificado y corte directo.

Se ha comprobado que si es posible el mejoramiento del suelo colapsable mediante el adicionamiento de la mezcla de cemento diluido en agua, obteniendo el mejoramiento del suelo en las proporciones adecuadas según indica este estudio, en consecuencia se logra mejorar las propiedades del suelo, puesto que se quiere adicionar un elemento cementante para poder absorber la humedad y lograr la impermeabilidad, mediante los ensayos de compactación del proctor modificado y el ensayo de corte directo confirmando que al adicionar este elemento cementante garantiza el mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación.

**GRAFICO N°1: Ensayo Granulométrico Porcentaje de Finos**

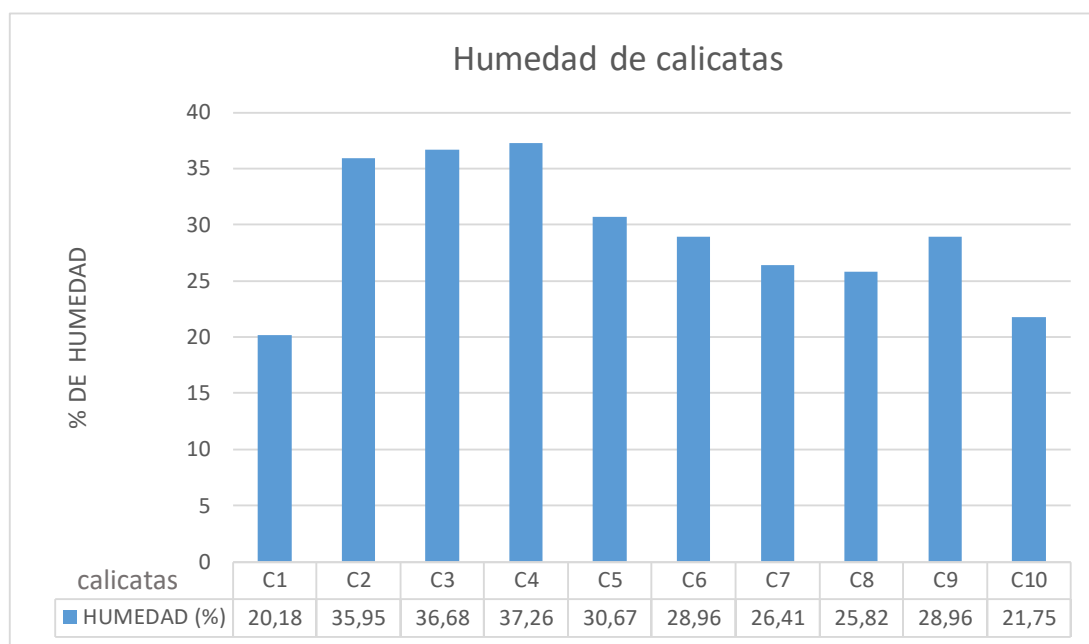


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de cada calicata realizada teniendo como predominante la arena en su rango más alto siendo la calicata número cinco con un valor total de 85.82% de material arenoso, 7.41% de material gravoso y 6.77% de material arcilloso. Seguido por la calicata número dos con un valor de 83.45% de material arenoso, 12.62% de material gravoso y 6.72% de material arcilloso. Sucesivo la calicata número diez con un valor de 83.28% de material arenoso, 14.84% de material gravoso y 1.88% de material arcilloso. Seguido por la calicata número uno con un valor de 83.09% de material arenoso, 14.07 de material gravoso y 2.84 de material arcilloso. Seguido por la calicata número seis con un valor de 80.61% de material arenoso, 13.28% de material gravoso y 6.11% de material arcilloso. Sucesivo la calicata número cuatro con un valor de 80.31% de material arenoso, 15.29% de material gravoso y 4.4% de material arcilloso. Seguido por la calicata número tres con un valor de 79.88% de material arenoso, 13.4% de material gravoso y 6.72 de material arcilloso. Seguido por la calicata número nueve con un valor de 78.58% de material arenoso, 18.81% de material gravoso y 2.61% de material arcilloso. Sucesivo la calicata número siete con un valor de 75.25% de material arenoso, 19.9% de material gravoso y 4.85% de material arcilloso. Por último la calicata número ocho con un valor de 75% de material arenoso, 22.89% de material gravoso y 2.11% de material arcilloso.

Interpretación: de acuerdo a su estratigrafía del suelo de las diez calicatas realizadas fueron llevadas al laboratorio para su respectivo estudio, donde podemos decir que la zona está conformado por material de relleno con una altura de 0.60m que no fue tomado como suelo de estudio, se destacó en la mayoría de las calicatas el alto porcentaje de material arenoso, quedando retenido en la malla mayor a N°200 y menor a la malla N°4 de los tamiz trabajados en laboratorio, por ello se obtuvo el resultado de acuerdo a la clasificación SUCS un tipo de suelo predominante SP (Arena mal graduada con pocos finos) y con el sistema de clasificación AASHTO (A1 - b(o), A - 2 - 4(0)).

**GRAFICO N°2: Porcentaje Contenido de Humedad**



Fuente: Elaboración Propia

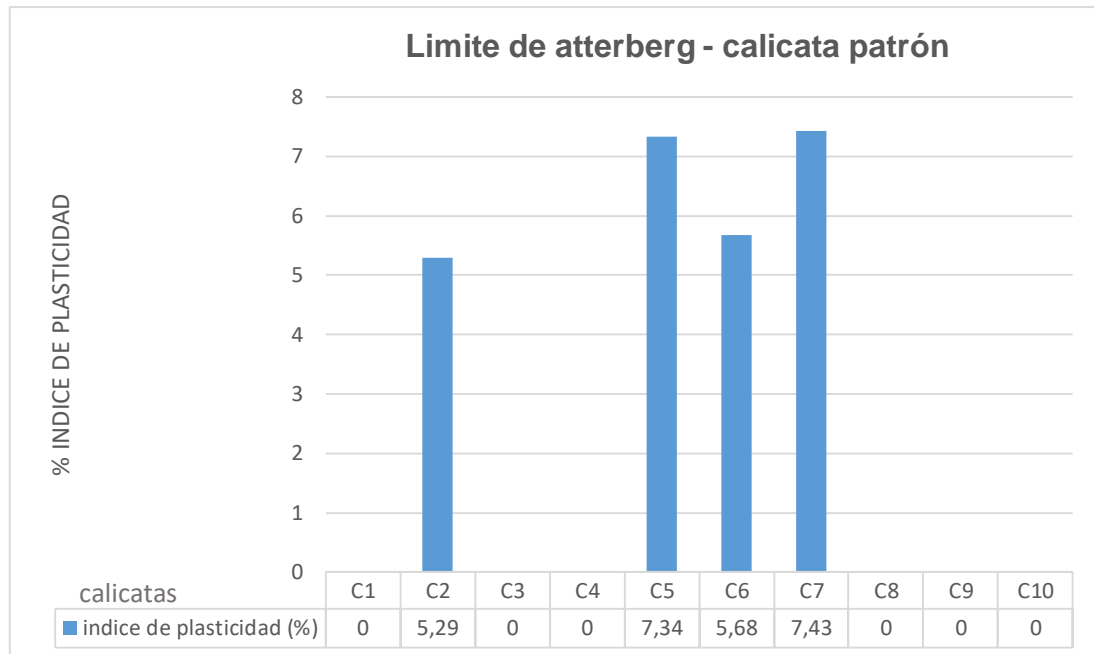
Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de sus respectivas humedades de las diez calicatas realizadas teniendo como predominante el rango más alto de porcentaje de humedad la calicata número cuatro con un valor total de 37.26% de humedad. Seguido por la calicata número tres con un valor total de 36.68% de humedad. Sucesivo la calicata número dos con un valor total de 35.95% de humedad. Seguido por la calicata número cinco con un valor total de 30.67% de humedad. Sucesivo la calicata número seis con un valor total de 28.96% de humedad. Seguido por la calicata número nueve con un valor total de 28.96% de humedad. Sucesivo la calicata número siete con un valor total de 26.41% de humedad. Seguido por la calicata número ocho con un valor total de 25.82 de humedad. Sucesivo la calicata número diez con un valor total de 21.75% de humedad. Por último la calicata número uno fue que menor humedad tuvo con un total de 20.18%.

Interpretación: de los resultados obtenidos podemos destacar en la mayoría de las calicatas el porcentaje de humedad de los estratos de suelos colapsables donde se realizado en laboratorio, donde el punto más alto tiene la calicata número cuatro obteniendo un 37.26% de contenido de humedad con respecto al punto más bajo de la calicata número uno obteniendo un



20.18% de contenido de humedad, se pudo sacar la humedad y la muestra seca de cada calicata.

**GRAFICO N°3:** Limite de atterberg calicata patrón

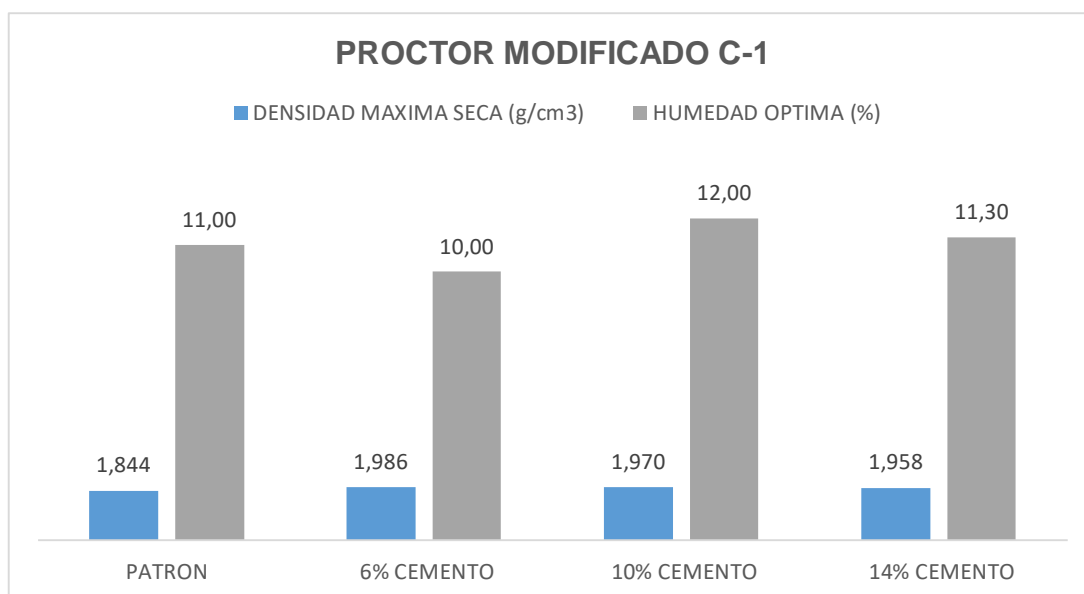


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en esta distribución destacamos los límites de atterberg de sus respectivas diez calicatas realizadas teniendo como predominante el rango más alto de porcentaje de la calicata número siete con un valor total de 7.43% IP. Sucesivo por la calicata número cinco con un valor total de 7.34% IP. Seguido por la calicata número seis con un valor total de 5.68% IP. Sucesivo por la calicata número dos con un valor total de 5.29 IP. Por último la calicata número uno, tres, cuatro, ocho, nueve y diez no tuvieron índice de plasticidad por no tener límite líquido y/o límite plástico.

Interpretación: se destaca en la mayoría de las calicatas el porcentaje de Índice de Plasticidad realizado en laboratorio, solo se realizó al patrón natural ya que en la mayoría de mis calicatas no contenía índice de plasticidad y actuando con el cemento en el límite líquido no llegaba a moldear en la copa casa grande, ya que el cemento tiende a endurecer, por ello se hacía difícil medir con el adicionamiento al suelo.

**GRAFICO N°4: El Proctor Modificado de la Calicata C-1**

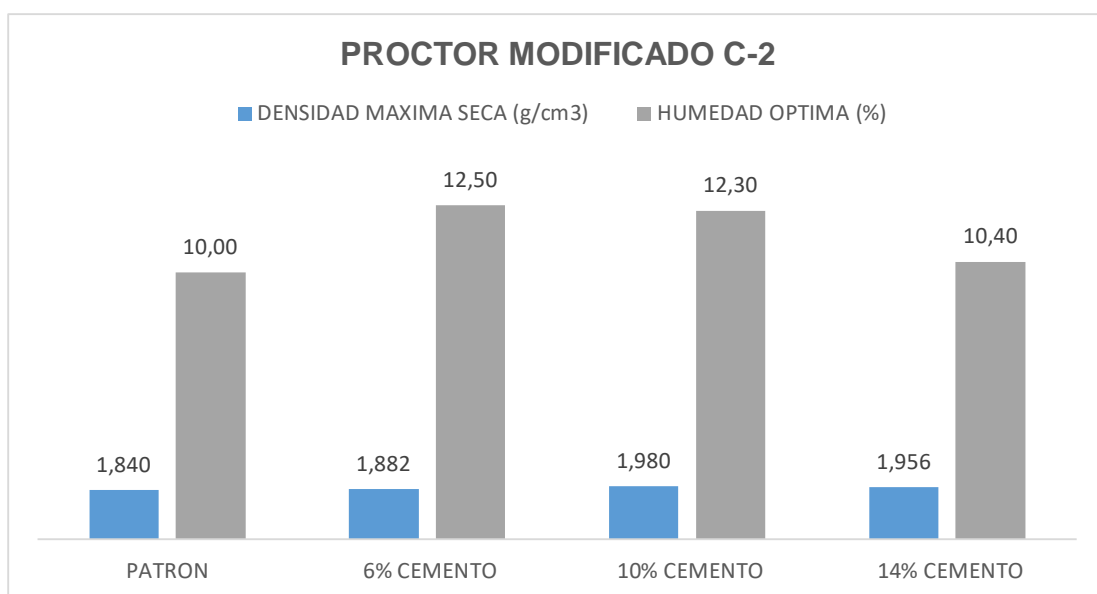


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-1 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.844 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por ello en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con la humedad óptima obtenido de cada adición. El que predomina es al 6% con una densidad máxima seca de 1.986 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 10% con una densidad máxima seca de 1.970 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con una densidad máxima seca de 1.958 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.30% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número uno del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.986 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.00%.

**GRAFICO N°5: El Proctor Modificado de la Calicata C-2**

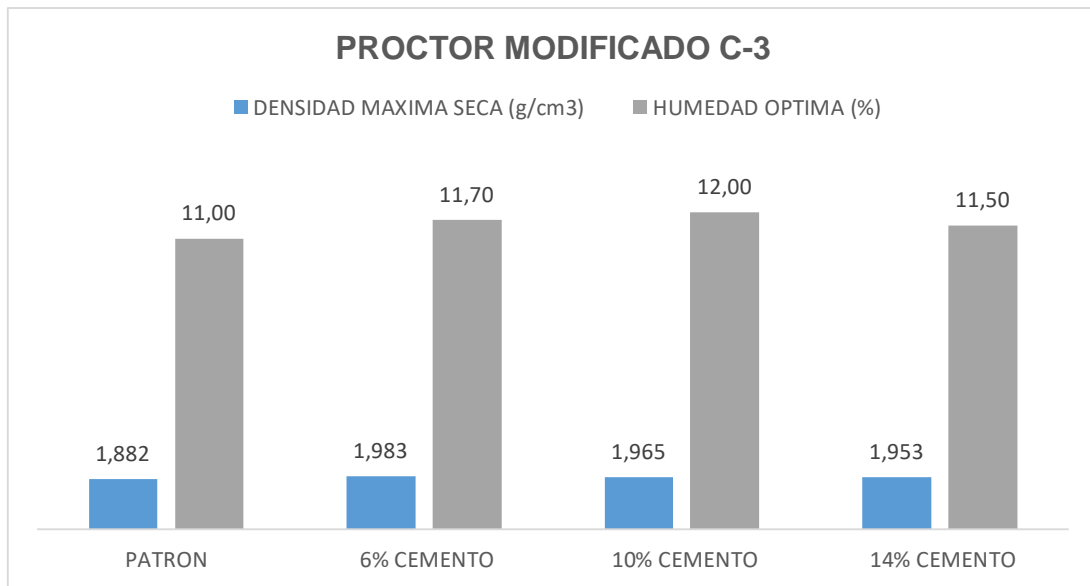


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-2 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.840 g/cm³ con una humedad óptima de 10.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 6% con una densidad máxima seca de 1.882 gr/cm³ con una humedad óptima de 12.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. El que predomina es 10% con una densidad máxima seca de 1.980 g/cm³ con una humedad óptima de 12.30% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con una densidad máxima seca de 1.956 g/cm³ con una humedad óptima de 10.40% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número dos del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos decir que el al 10% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.980 g/cm³ con un contenido de humedad de 12.30%.

**GRAFICO N°6: El Proctor Modificado de la Calicata C-3**

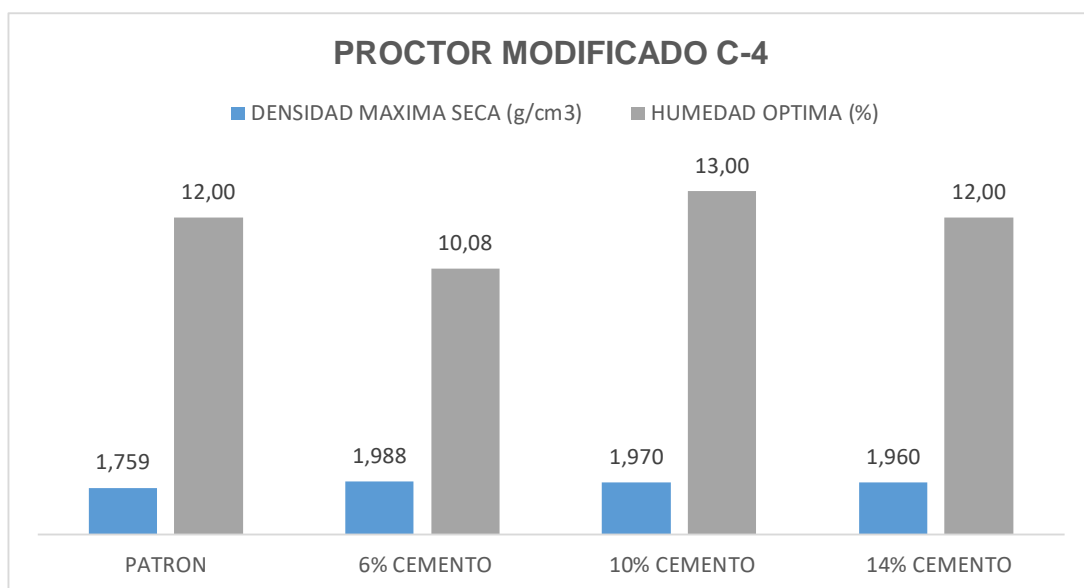


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-3 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.882 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina es 6% con una densidad máxima seca de 1.983 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.70% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 10% con una densidad máxima seca de 1.965 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con una densidad máxima seca de 1.953 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número tres del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.983 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.70%.

## GRAFICO N°7: El Proctor Modificado de la Calicata C-4



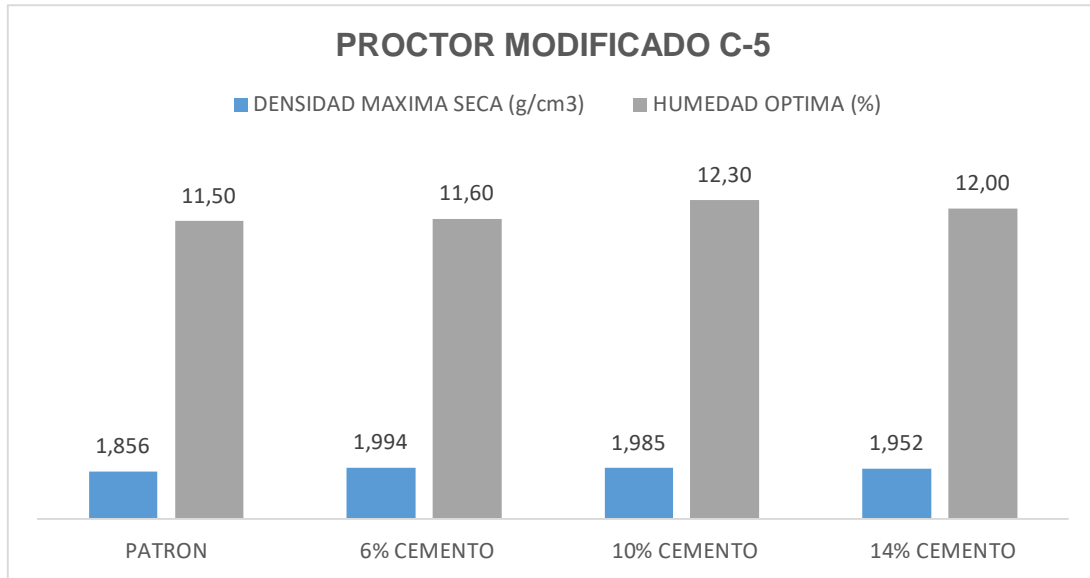
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-4 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.759 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina es 6% con una densidad máxima seca de 1.988 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10.08% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Seguido al 10% con una densidad máxima seca de 1.970 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 13.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con una densidad máxima seca de 1.960 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número cuatro del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos

decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.988 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 10.08%.

#### GRAFICO N°8: El Proctor Modificado de la Calicata C-5



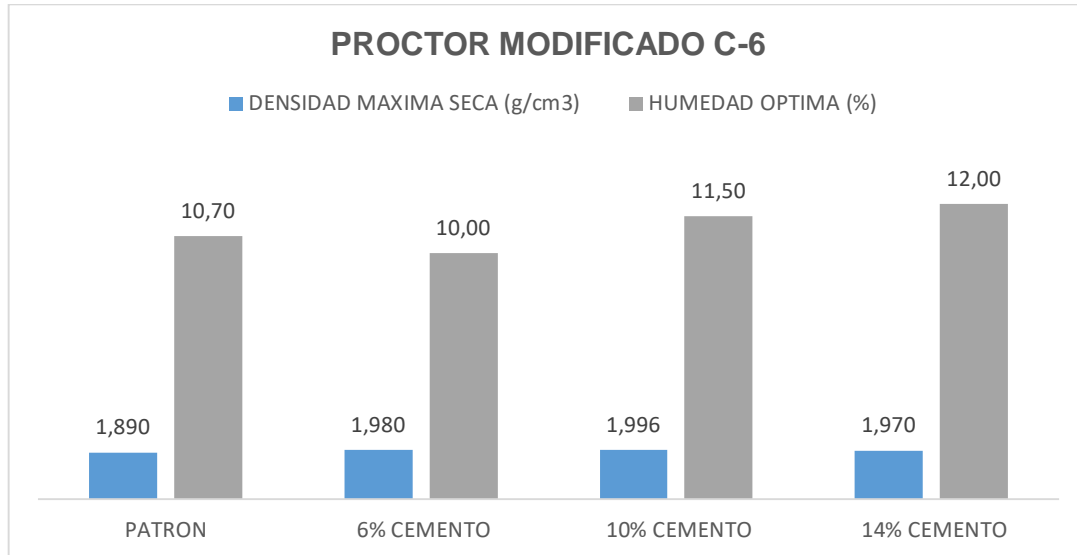
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-5 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.856 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina 6% con densidad máxima seca de 1.994 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.60% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 10% con densidad máxima seca de 1.985 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.30% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con densidad máxima seca de 1.952 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número cinco del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos

decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.994 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.60%.

#### GRAFICO N°9: El Proctor Modificado de la Calicata C-6



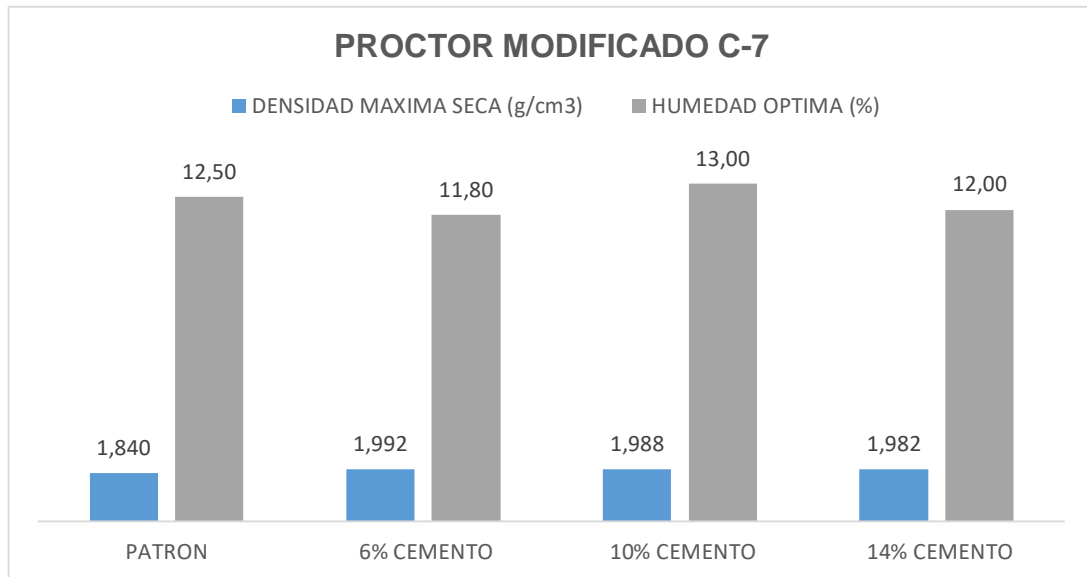
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-6 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.890 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10.70% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina 10% con su densidad máxima seca de 1.996 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Seguido al 6% con su densidad máxima seca de 1.980 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con densidad máxima seca de 1.970 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número seis del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos

decir que el al 10% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.996 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.50%.

**GRAFICO N°10:** El Proctor Modificado de la Calicata C-7



Fuente: Elaboración Propia

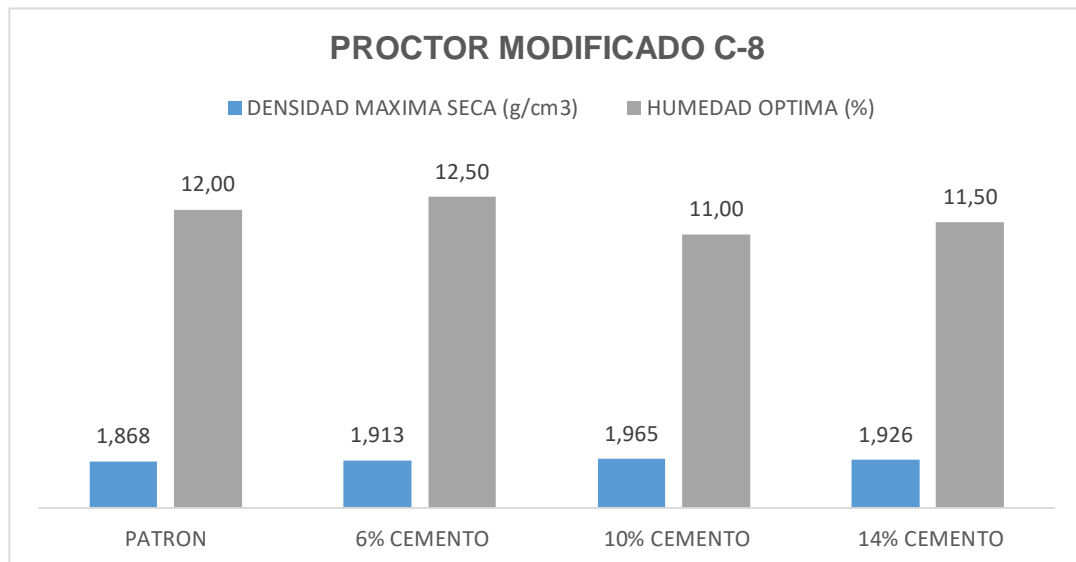
Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-7 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.840 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina 6% con su densidad máxima seca de 1.992 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.80% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Seguido al 10% con su densidad máxima seca de 1.988 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 13.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con densidad máxima seca de 1.982 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número siete del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de



cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.992 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.80%.

**GRAFICO N°11: El Proctor Modificado de la Calicata C-8**



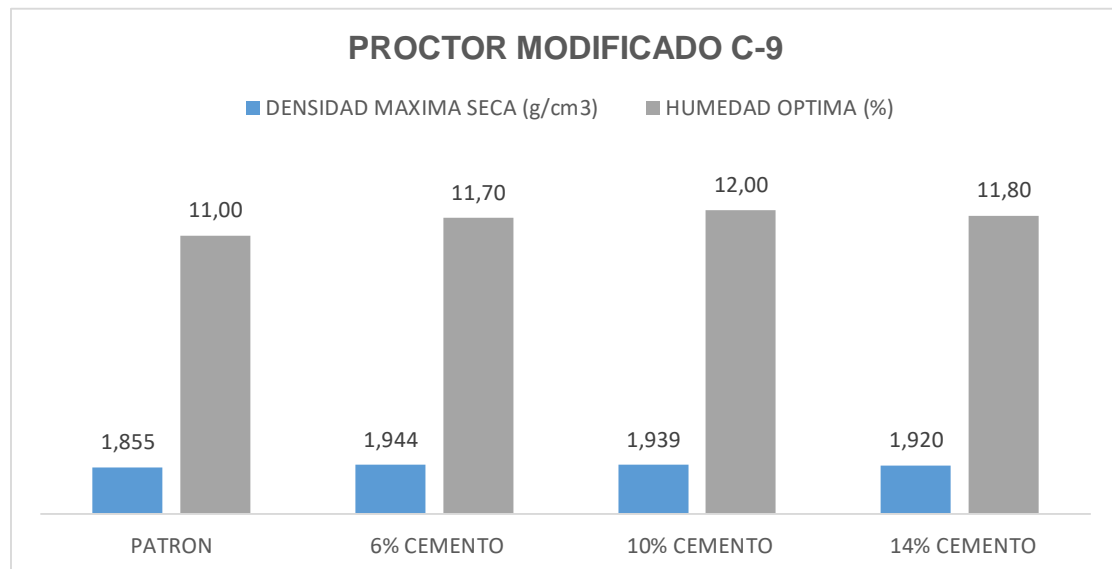
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-8 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.868 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina 10% con una densidad máxima seca de 1.965 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 14% con una densidad máxima seca de 1.926 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 6% con una densidad máxima seca de 1.913 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número ocho del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de

cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos decir que el al 10% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.965 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.00%.

**GRAFICO N°12: El Proctor Modificado de la Calicata C-9**



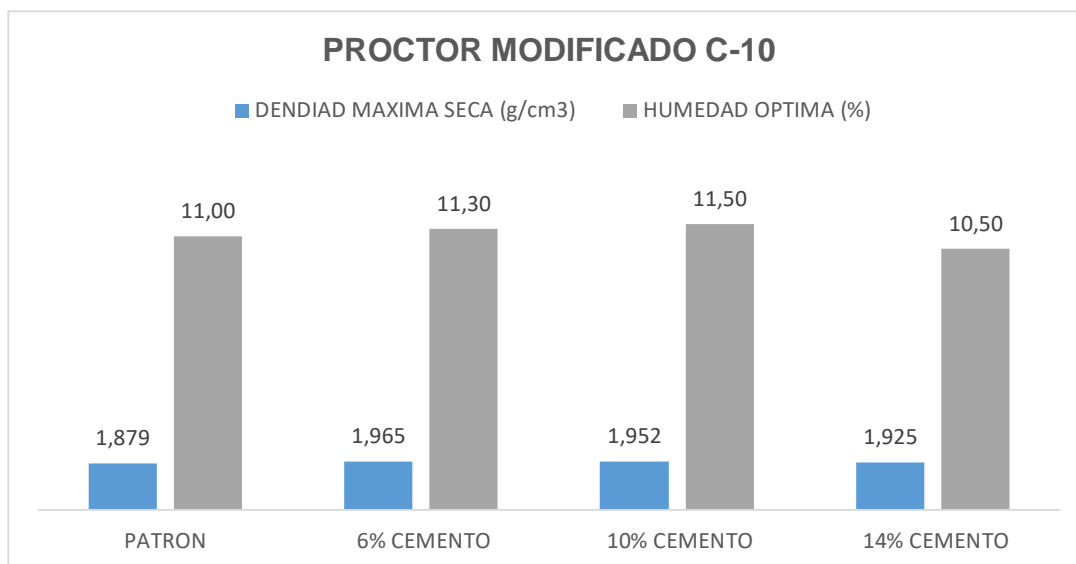
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-9 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.855 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina 6% con una densidad máxima seca de 1.944 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.70% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 10% con una densidad máxima seca de 1.939 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con una densidad máxima seca de 1.920 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.80% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número nueve del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de

cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.944 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.70%.

**GRAFICO N°13:** El Proctor Modificado de la Calicata C-10



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el proctor modificado para la calicata C-10 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su densidad máxima seca de 1.879 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.00% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Dado que en esta distribución se señaló la mejor densidad seca obtenida con una humedad óptima de cada adición. El que predomina 6% con una densidad máxima seca de 1.965 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.30% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Sucesivo al 10% con una densidad máxima seca de 1.952 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 11.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último al 14% con una densidad máxima seca de 1.925 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10.50% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

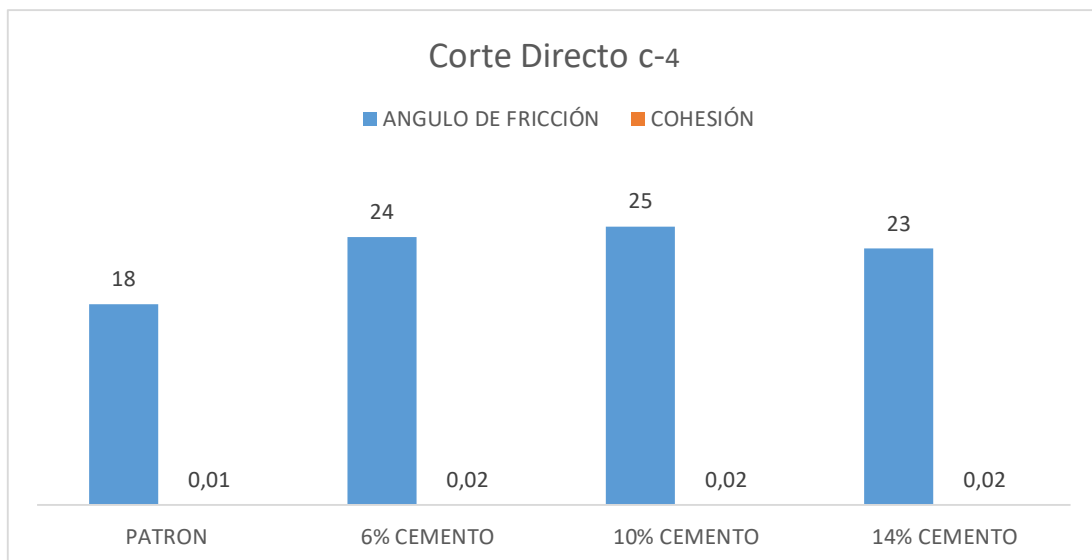
Interpretación: se destaca en la calicata número diez del proctor modificado con material de la zona de estudio con la adición de la mezcla de cemento diluido en agua, se logró obtener diferentes porcentaje de agua con un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, donde se tuvo la curvatura máxima de cada punto más alto de cada ensayo de proctor modificado que se realizado en laboratorio, podemos

decir que el al 6% nos arrojó como máxima densidad seca de 1.965 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 11.30%.

#### GRAFICO N° 14: El corte directo de la calicata C-4

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en el ensayo de corte directo para la calicata C-4 se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su ángulo de fricción de 18° con una cohesión de 0.01 kg/m<sup>2</sup> de la muestra utilizada en el molde del corte directo. Dado que en esta distribución se señaló el mejor ángulo de fricción y cohesión obtenida con una humedad óptima de cada adición de la mezcla de cemento diluido en agua. El que predomina 10% con un ángulo de fricción de 25° con una cohesión de 0.02 kg/m<sup>2</sup> de la muestra utilizada en el molde del corte



directo. Sucesivo al 6% con un ángulo de fricción de 24° con una cohesión de 0.02 kg/m<sup>2</sup> de la muestra utilizada en el molde del corte directo. Por último al 14% con un ángulo de fricción de 23° con una cohesión de 0.02 kg/m<sup>2</sup> de la muestra utilizada en el molde del corte directo.

Interpretación: para el ensayo de corte directo se destaca la calicata número cuatro ya que en el ensayo de proctor modificado nos dio como resultado que era el suelo más crítico a mejorar con respecto a su compactación, por ello este ensayo sirve para poder hallar su resultado del ángulo de fricción y su cohesión donde estos datos serán remplazados para poder calcular su capacidad portante de la zona en estudio, la variación del porcentaje de adición de la mezcla de cemento diluido en agua tuvo el punto más alto al

10% con un ángulo de inclinación de  $25^\circ$  con una cohesión de  $0.02 \text{ kg/m}^2$  se verifico en el ensayo de laboratorio que tuvo más resistencia al esfuerzo del corte con respecto al suelo ya adicionado, con estos datos obtenidos tendremos que reemplazar en la fórmulas establecidas por terzaghi para poder hallar la capacidad de carga admisible o la capacidad portante del suelo en la zona de estudio.

#### IV. DISCUSIÓN

1. En la investigación que realizó Dagoberto Núñez Rojas busca la elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos, para el mejoramiento se trabajó las dosificaciones del cemento de acuerdo a las normas de dosificación de suelo cemento nos dice que es de 5-8, 6-10 y 9-14 porciento, de acuerdo a este estudio se trabajó al 8% del cemento con su porcentaje de agua, ya que el índice de plasticidad I.P. les arrojo 18.43%, donde se considera un límite líquido de 36.61% y límite plástico de 18.08% , donde la arcilla plástica por tener un IP mayor a 10, se debe utilizar como conglomerante la cal ya que funciona mejor con este tipo de suelo ocurre al agregarle cal aumentando la durabilidad, disminuyendo la plasticidad y aumentando la consistencia volumétrica, según su clasificación de suelo mediante la norma internacional SUCS nombrándole CH arcilla de alta compresibilidad, con un contenido de humedad de 8.34%, para la evaluación del ensayo de proctor modificado se obtuvo como resultado con una densidad máxima seca de 1.976 g /cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad 9.48%, es por ello que su metodología empleada en la adicionamiento del cemento con su porcentaje de agua requerida, los resultados de esta tesis tiene resultados similares pero con una diferencia que su tipo de suelo de esta investigación es granular y reacciona mejor con el cemento, por esta razón corroboramos con esta investigación, podemos decir que según sus clasificación de suelo SUCS nos arroja como resultado del material que predomina es del tipo SP arena mal graduada con poco finos con un índice de grupo 5 con un porcentaje de grava de 15.29%, arena 80.31% y finos 4.40% donde porcentaje de humedad es de 37.26%, donde se debe tener en cuenta que el promedio de su índice de plasticidad I.P. es de 6.44% y en muchos casos su plasticidad es nula, por consiguiente evaluamos su compactación a través del proctor modificado sin mejoramiento y con mejoramiento adicionándole cemento diluido en agua se obtuvo un valor máximo de densidad seca 1.996 con un contenido de humedad de 11.50%, para el mejoramiento de esta investigación se trabajó con el conglomerante cemento con un porcentaje de agua, ya que según Abascal José dice que el suelo – cemento reacciona mejor para suelos granulares con pocos finos reaccionando favorablemente. El mejoramiento de esta investigación tiene

resultados positivos trabajados al 10% del cemento tipo V con un porcentaje de 0.7 con respecto al peso del cemento buscando así su trabajabilidad.

2. En la investigación que realizó Nuñez Solís Luís Oswaldo y Rodas Romo Nicolay Israel busco el mejoramiento de la capacidad de carga en terrenos de consistencia blanda o media con el método de adicionamiento siendo su proporción adecuada de, 25% de cenizas y 8% de cal hidratada ya que posee propiedades de puzolánica y que al combinarse con cal hidratada presenta propiedades cementales, teniendo en su análisis granulométrico un porcentaje de grava de 66%, arena de 33% y 1% de finos donde su índice de plasticidad es nula teniendo un porcentaje de humedad de 25% , con coeficiente de uniformidad de 45.59 y coeficiente de curvatura de 2.89, según su clasificación de suelo mediante la norma internacional SUCS nombrándole un GW una grava bien graduada, para la evaluación del ensayo de proctor modificado se obtuvo como resultado con una densidad máxima seca de  $1.984 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad 8.26%, de manera que el proceso de análisis de ensayo de corte directo le arrojó un ángulo de fricción de  $30^\circ$  con una cohesión de  $0.00 \text{ kg/m}^2$  teniendo como capacidad portante de  $2.32 \text{ kg/cm}^2$  al utilizar el aglomerante, es por ello que su metodología empleada en la adicionamiento de la mezcla de cemento con su porcentaje de agua requerida, los resultados de esta investigación se determina aplicando el cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7 que también es un aglomerante que al utilizar cemento mejora la capacidad portante del suelo colapsable, por esta razón corroboramos con esta investigación, podemos decir que según sus clasificación de suelo SUCS nos arroja como resultado el material que predomina es del tipo SP arena mal graduada con poco finos con un índice de grupo 5 con un porcentaje de grava de 15.29%, arena 80.31% y finos 4.40% donde porcentaje de humedad es de 37.26%, donde se debe tener en cuenta que el promedio de su índice de plasticidad I.P. es de 6.44% y en muchos casos su plasticidad es nula, por consiguiente evaluamos su compactación a través del proctor modificado sin mejoramiento y con mejoramiento adicionándole cemento diluido en agua se obtuvo un valor máximo de densidad seca  $1.996 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 11.50% por ende el resultado final

del ensayo de corte directo arroja un ángulo de fricción  $25^\circ$  con una cohesión de  $0.02 \text{ kg/m}^2$  al adicionarle cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7, la capacidad portante es de  $1.28 \text{ kg/cm}^2$ . Corroboramos que esta investigación con adicionamiento de la mezcla de cemento sean confiables para el mejoramiento de los suelos colápsales.

3. En la investigación que realizó Juan Martínez Santos concluye que mediante el adicionamiento de cal y cemento a diferentes porcentajes de la mezcla del suelo se obtuvo resultados de mejoramiento de suelo. Teniendo que es un suelo arcilloso según su clasificación de suelo mediante la norma internacional SUCS nombrándole un SC siendo un suelo arcilloso con un índice de grupo 6 llegando a obtener un índice de plasticidad I.P. que varía de 11% hasta 16% y mediante el proctor modificado alcanzo  $1.78 \text{ gr/cm}^3$  de densidad máxima seca con un grado de humedad 10.3% demostrando que la investigación de Juan Martínez Santos llego a demostrar que con el adicionamiento de cemento al 8% con su contenido de agua, originando que el suelo cambie radicalmente sus propiedades, los resultados de esta investigación se define aplicando el cemento diluido en agua al 10% con su contenido de agua de 0.7 que al utilizar cemento mejora la capacidad portante del suelo colapsable, de acuerdo a los estudios realizados según sus clasificación de suelo SUCS nos arroja como resultado el material que predomina es del tipo SP arena mal graduada con poco finos donde es altamente arenoso con un índice de grupo 5, también tener en cuenta que el índice de plasticidad I.P. promedio es de 6.44% donde evaluamos su compactación a través del proctor modificado del sin mejoramiento y con mejoramiento adicionándole cemento diluido en agua 10% con un contenido de humedad de 0.7, se obtuvo un valor máximo de densidad seca  $1.996 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 11.50% ambos métodos nos dan resultados diferentes porque el suelo de la investigación de Juan Martínez Santos es arcilloso por ende su índice de plasticidad va tener un rango más elevado mientras los resultados de esta tesis su índice de plasticidad es baja o nula siendo un comportamiento relevante al momento de adicionarle la mezcla de cemento diluido en agua.



4. Según la teoría de José Abascal del “Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones”, El suelo - cemento mezclado íntimamente desarrolla una pared de enlaces durante la reacción de hidratación que proporciona a la mezcla, una buena capacidad de soporte, con la dosificación adecuada, una cierta resistencia mecánica a corto plazo, mejora su resistencia a los agentes físicos y químicos agresivos, reacciona mejor para suelos granulares con pocos finos reaccionando favorablemente, contrastando el aporte de la teoría para esta investigación corroboramos la veracidad sobre lo realizado en los ensayos, el proctor modificado sin mejoramiento tuvo un valor de densidad máxima seca de  $1.890 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 10.70%, y al adicionarle cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7 mejoro su densidad máxima seca de  $1.996 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 11.50%, el corte directo sirvió para poder hallar del suelo sin mejoramiento su ángulo de fricción de  $18^\circ$  y cohesión de  $0.01 \text{ kg/cm}^2$  donde tuvo una capacidad portante de  $0.56 \text{ kg/cm}^2$ , y el suelo con mejoramiento con cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7 su ángulo de fricción es de  $25^\circ$  y cohesión de  $0.02 \text{ kg/cm}^2$  donde tuvo una capacidad portante de  $1.28 \text{ kg/cm}^2$ , su compactación y corte directo trabajo de forma adecuada en suelos granulares.

## V. CONCLUSIÓN

1. Se concluye que mejoran los suelos colapsables adicionando cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7 porque al evaluar su porcentaje con su contenido de agua nos dio como resultado que es óptimo en cuanto al mejoramiento de su capacidad portante del suelo.
2. Se concluye que el asentamiento humano Magdalena Nueva tiene un tipo de suelo SP según SUCS (Arena mal graduada con pocos finos) con un límite líquido de 20.78%, límite plástico de 18.21% y con un índice de plasticidad de 6.44%, siendo estos porcentajes el promedio de las 10 calicatas realizadas donde analizamos sus características de su tipo de suelo de la zona de estudio, y para ello vemos el grado de humedad con el cual reacciona el suelo en su comportamiento líquido y plástico.
3. Se concluye que el suelo sin mejoramiento tiene una densidad máxima seca de  $1.890 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 10.70%, y que al adicionarle cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7, el mejoramiento del suelo colapsable tiene una densidad seca máxima de  $1.996 \text{ g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 11.50%; se evidencio el mejoramiento desarrollando con una adecuada compactación.
4. Se concluye que al adicionarle cemento diluido en agua al 10% con un contenido de agua de 0.7, el mejoramiento del suelo colapsable tiene un ángulo de fricción de  $25^\circ$  con una cohesión de  $0.02 \text{ kg/m}^2$  se verifico en el ensayo de laboratorio que tuvo más resistencia al esfuerzo del corte, y sin mejoramiento del suelo natural más crítico de las calicatas obtuvimos un ángulo de fricción de  $18^\circ$  con una cohesión de  $0.01 \text{ kg/m}^2$ , con estos datos obtenidos tendremos que reemplazar en la fórmulas establecidas por terzaghi para poder hallar la capacidad de carga admisible o la capacidad portante del suelo en la zona de estudio, donde la capacidad portante del suelo sin mejoramiento es de  $0.56 \text{ kg/cm}^2$  y la capacidad portante del suelo con mejoramiento es de  $1.28 \text{ kg/cm}^2$ .

5. Se concluye que la cimentación superficial para una edificación de tres niveles del asentamiento humano Magdalena Nueva debe ser de zapatas cuadradas con un  $D_f$ : 1.50 m, con dimensiones de un ancho de 1.00 m, alto de 1.00 m y la altura de la cimentación es de 0.50 m, a causa de haber hecho el mejoramiento su capacidad portante para este tipo de cimentación aumento su resistencia, teniendo un asentamiento de 0.860 cm según Terzaghi cumple lo permisible que es de 2.50 cm, ya que es proyectada para una edificación unifamiliar de 3 niveles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la población del asentamiento humano Magdalena Nueva utilizar una dosificación de cemento diluido en agua de 10% con un contenido de agua de 0.7, para mejorar la capacidad portante del suelo colapsable de 0.56 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Se recomienda a la población del asentamiento humano Magdalena Nueva utilizar el tipo de cimentación superficial con zapatas cuadradas y conectadas, para una edificación de 3 niveles y para niveles inferiores será de cimentación corrida.
3. Se recomienda a la población del asentamiento humano Magdalena Nueva usar entibados y apuntalado para la protección de las paredes y estructuras aledañas durante los trabajos de excavación de acuerdo al tipo de suelo encontrado conformado por arena mal gradada con poca presencia de finos de mediana plasticidad, en estado poco saturado y suelto
4. Se recomienda a la población del asentamiento humano Magdalena Nueva para el mejoramiento de suelo debe emplearse con cemento Portland Tipo V, ya que el área de estudio está ubicado cerca de la zona costera.
5. Se recomienda que en el mejoramiento del suelo con la dosificación de cemento diluido en agua al 10% la relación a/c varía según el porcentaje de humedad del terreno a mejorar.

## **VII. REFERENCIAS**

- AMPUERO Cayo, Salomón Edgard. Mejoramiento de cimentaciones en suelos y rocas aplicando las técnicas de grouting. Tesis (para optar el grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería geotécnica). Lima: universidad nacional de ingeniería, Facultad de ingeniería, 2010. 173 pp.
  
- Abascal, José, Institución Español del cemento y sus aplicaciones. [en línea]. 2013, (Sin mes). [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2016]. Disponible en [https://www.ieca.es/Uploads/docs/Estabilizaci%C3%B3n\\_de\\_suelos\\_con\\_cemento.pdf](https://www.ieca.es/Uploads/docs/Estabilizaci%C3%B3n_de_suelos_con_cemento.pdf)  
ISSN: 0160-5730
  
- ADDLESON, Lyall. Materiales para construcción. 1. Vol. Reverté: España, 2001. 187 pp.  
ISBN: 842912005
  
- BRAJA, M. Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 1. a ed. Thomson International: USA, 2001. 608 pp.  
ISBN: 9706860614
  
- CRESPO Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5. a ed. Limusa: México, 2004. 650 pp.  
ISBN: 9681864891
  
- GONZALES Caballero, Matilde. El terreno. 1. a ed. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, SL, 2001. 309 pp.  
ISBN: 8483015307
  
- JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. Limusa: México, 2005. 644 pp.  
ISBN: 968180069
  
- MATAMORROS V. Olga. Análisis de la amenaza de licuefacción, lavas, lahares y caída de cenizas volcánicas en la región caribe norte de Costa

Rica. Tesis (Licenciatura en Geografía física). Costa rica: Universidad Nacional de Costa Rica, Departamento de la facultad de Tierra y Mar, 1994. 70pp.

- MEZA Ochoa, Victoria Elena, suelos parcialmente saturados, de la investigación a la cátedra universitaria Boletín de Ciencias de la Tierra [en línea]. 2012, (Sin mes). [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169524098003> ISSN: 0120-3630
- MEDINA Sánchez, Eduardo. Construcción de Estructuras de Hormigón Armado Edificación. 2. a ed. Delta: Madrid, 2008. 267 pp. ISBN: 8496477967
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC, Manual de ensayos de materiales, Lima: INN, 2016. 1268 pp.
- Núñez Rojas, Dagoberto. Elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Sonora - México: Instituto Tecnológico de Sonora, Facultad de ingeniería, 2011. 60 pp.
- Nuñez Solís, Luís Oswaldo y Rodas Romo, Nicolay Israel. Guía para el mejoramiento de la capacidad de carga en terreno de consistencia blanda o media. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Quito - Ecuador: Universidad central de Ecuador, Facultad de ingeniería, 2015. 199 pp.
- POZO Antonio, José. Puesta en marcha de un reactor aeróbico de lecho fluidizado para la eliminación de nitrógeno amoniacal. Vigo: [s.n.], 2011. 197 pp. ISBN: 9781447851639
- Reglamento Nacional de construcciones (Perú). RNE, E – 0.50 Reglamento Nacional de Edificaciones, suelo y cimentaciones. Lima: INN, 2006. 400 pp.

- R. Redolfi, Emilio. Suelos colapsables. Geotécnico. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Construcciones Civiles, 2007. 36 pp.
  
- SÁNCHEZ De Guzmán, Diego. Tecnología del Concreto y del Mortero. 5 a ed. Bhandar: Bogotá, 2001. 341 pp.
  
- SANZ Llano, Juan. Mecánica de Suelos Reunión de Ingenieros. 1. a ed. Española: traducida de la primera edición francesa. Eyrolles: Paris, 1975. 223 pp.  
ISBN: 847146165
  
- TAVERA, Zonificación Sísmica – Geotécnica de la ciudad de Chimbote. Lima: Ministerio del Ambiente, Instituto Geofísico del Perú, 2014. 124 pp.
  
- ZANNI, enrique. Patología de la Construcción y Restauero de Obras de Arquitectura. 1. a ed. Córdoba: Brujas, 2008. 295 pp.  
ISBN: 9789875911307

# ANEXOS



# MATRIZ DE CONSISTENCIA

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

“Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación  
mezclando cemento diluido en agua en el asentamiento  
humano magdalena nueva – Chimbote 2017”

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:****DISEÑO DE EDIFICACIONES ESPECIALES****DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El Asentamiento Humano Magdalena Nueva tiene un índice de nivel freático elevado, ya que las viviendas están asentadas en una zona de material de relleno no calificado, el nivel freática se encuentre a una altura no muy profunda, entonces la cavidades del suelo hace que el agua filtre, como consecuencia generaría un asentamiento de sus cimiento. Las edificaciones están hechas sin haber hecho un análisis de suelos o estudio, esto se da porque son asentadas en suelos no mejorados es ahí que con el tiempo estas edificaciones se van asentado, más aun cuando los propietarios le aumentan de 3 a 4 pisos, esta zona lo mínimo a construir son hasta 2 pisos, siempre y cuando pueden aumentar sus niveles si el suelo está mejorado y diseñado para la cantidad de pisos, pueden darle diferente usos a la edificación con fines de lucro a futuros, mediante la observación directa podemos decir que la mayoría de la edificaciones de viviendas son 1 piso y el máximo de 3 pisos que con el tiempo se han asentado, mostrando el deterioro.

VARIABLE	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
independiente	¿Será posible el mejoramiento de suelo colapsable con fines de cimentación mezclando	<b>General:</b> Determinar el mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva.	Usando cemento diluido en agua si será posible el mejoramiento del suelo colapsable	La justificación de la presente investigación es mejorar las propiedades del suelo con fines de cimientos mediante un estudio de suelo, mediante la mezcla cemento diluido en agua podremos mejorar las propiedades del	cemento diluido en agua al volumen 6%,10% y al 14% de la muestra a mejorar	- Peso del cemento en kg
dependiente	cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva?	<b>Específicos:</b> - Determinar los límites de atterberg de suelo del patrón natural del asentamiento humano Magdalena Nueva.  - Determinar la densidad relativa del suelo colapsable con mejoramiento y sin mejoramiento mediante el ensayo del proctor modificado.	con fines de cimentación en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva.	suelo de la edificación que uno quiera construir en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva de Chimbote, donde se podrá beneficiar la población ya que no sufriría problemas de Asentamientos de su estructura con el transcurrir de los años.	Propiedades del suelo	- Análisis granulométrico (ASTM D422)  - Límites de atterberg (ASTM D4318)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la capacidad portante del suelo con mejoramiento y sin mejoramiento mediante el ensayo de corte directo.</li> <li>- Determinar el tipo de cimentación para la zona en estudio.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensayo de contenido de humedad (ASTM D2216)</li> <li>- Ensayo de compactación proctor modificado (ASTM D 1557)</li> <li>- Ensayo de corte directo (ASTM D 3080)</li> </ul>
--	--	---	--	--	--	---

# **PLANO DE UBICACIÓN**



# **NORMAS TÉCNICAS**

# El Peruano

DIARIO OFICIAL

Director: Gerardo Barraza Soto

Lima, jueves 8 de junio de 2006



*Ministerio de Vivienda*

## **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

**SEPARATA ESPECIAL**



Junta de dilatación- Sellado del cristal por el perímetro exterior a través de un perfil de acordeón de silicona para fijar el vidrio a la pared.

**d) Puertas y ventanas con vidrios primarios**

Son aquellos sistemas cuya constitución, necesariamente consideren marcos en los cuatro bordes del vidrio (Ver Capítulo 6)

**e) Puertas y ventanas con vidrios procesados**

Son aquellos sistemas cuya constitución, necesariamente considera marcos en dos bordes paralelos horizontales (Ver Capítulo 6)

**Artículo 25.- DIMENSIONES MÁXIMAS RECOMENDADAS PARA LA APLICACIÓN DE UN VIDRIO FLOTADO**

Para determinar las dimensiones máximas de aplicación de un paño de vidrio flotado, se recomienda utilizar el procedimiento establecido en el capítulo presente.

Sin embargo se presentan a continuación algunas tablas que contienen dimensiones máximas recomendadas de aplicación de vidrios según sus características físicas.

Para los Vidrios Primarios comprendidas en los Artículos 4 (4.1a), Artículo 4 (4.1b), Artículo 4 (4.1c) y Artículo 4 (4.1d), según **Tabla N° 6**

Tabla N° 6	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm de semiperímetro)
2,0	1 500
3,0	2 250
4,0	3 000
5,0	3 750
6,0	4 500

Para los Vidrios Templados comprendidos en el Artículo 5 (5.1), según **Tabla N° 7**

Tabla N° 7	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas Recomendadas (mm)
4	1 100 x 700
5	1 200 x 900
6	1 900 x 1 400
8	2 750 x 1 800
10	3 160 x 2 040
12	3 160 x 2 100
15	3 600 x 2 180
19	4 500 x 2 180

Para los Vidrios Laminados comprendidos en el Artículo 5 (5.2), según **Tabla N° 8**

Tabla N° 8	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas Recomendadas (mm)
4	1 000 x 800
5	1 200 x 800
6	1 600 x 1 400
8	3 000 x 1 800
10	3 500 x 1 950
12	3 500 x 1 950
15	3 100 x 1 950

Para los vidrios blindados (antibalas), según **Tabla N° 9**

Tabla N° 9	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm)
25	2 000 x 1 800
31	2 000 x 1 500
39	2 000 x 1 200
46	2 000 x 1 000
51	2 000 x 900
52	2 000 x 900

**CAPÍTULO 6  
INSTALACION**

**Artículo 26.- INSTALACIÓN DE VIDRIOS PRIMARIOS**

Todo vidrio primario deberá ser instalado necesariamente sobre marcos que lo contengan en todo su perímetro. No se deberán instalar vidrios primarios con entalles o muescas ya que aumentan aún más el riesgo de rotura del mismo

**Artículo 27.- INSTALACIÓN DE VIDRIOS SECUNDARIOS (PROCESADOS)**

La instalación para los vidrios catalogados como procesados, se realizará de acuerdo a sus características y propiedades físicas y mecánicas.

**27.1. Vidrio templado**

Para este tipo de vidrio deberá considerarse los siguientes sistemas de sujeción:

- Se instalarán con placas o accesorios en sus cuatro aristas o con perfiles corridos en dos de sus lados paralelos, procurando que cada elemento del conjunto actúe independientemente, a fin de que en caso de rotura de un componente del sistema, se mantenga la estabilidad del mismo.
- Con perfiles, canales y/o brujas en dos bordes paralelos.
- Con tira fones, pernos de sujeción y/o elementos tipo «arañas» en los vértices del mismo.
- Con carpinterías convencionales de aluminio, madera, fierro y/o PVC.
- En fachadas Flotantes con sujeción mecánica ó con silicona estructural a dos ó cuatro lados.
- En fachadas Flotantes con cables, rótulas y tensores.

**27.2. Laminados**

Para este tipo de vidrio deberá considerarse los siguientes sistemas de sujeción:

- Se instalara apoyados como mínimo en dos de sus lados paralelos horizontales, mediante el uso de elementos corridos de fijación para evitar deflexiones. En el caso que el cristal laminado esté conformado por dos cristales templados en su fabricación, se considerara las pautas de instalación para el cristal templado. En ningún caso se debe efectuar una perforación de un vidrio laminado.
- Con perfiles y canales en dos bordes paralelos.
- En fachadas flotantes con sujeción mecánica ó con silicona estructural a dos y cuatro lados. Es importante la utilización de apoyos en los extremos inferiores del cristal para evitar el desplazamiento del cristal por el peso del mismo.

**NORMA E.050**

**SUELOS Y CIMENTACIONES**

**CAPÍTULO 1  
GENERALIDADES**

**Artículo 1.- OBJETIVO**

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

\* Ver Glosario

**Artículo 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas.

La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

**Artículo 3.- OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS**

**3.1. Casos donde existe obligatoriedad**

Es obligatorio efectuar el **EMS** en los siguientes casos:

- Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup> de área techada en planta.
- Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En los casos en que es obligatorio efectuar un **EMS**, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, el informe del **EMS** correspondiente deberá ser firmado por un **Profesional Responsable (PR)**.

En estos mismos casos deberá incluirse en los planos de cimentación una transcripción literal del «Resumen de las Condiciones de Cimentación» del **EMS** (Ver Artículo 12 (12.1a)).

\* Ver Glosario

**3.2. Casos donde no existe obligatoriedad**

Sólo en caso de lugares con condiciones de cimentación conocida, debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en planta menores que 500 m<sup>2</sup> y altura menor de cuatro pisos, podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, las mismas que deberán figurar en un recuadro en el plano de cimentación con la firma del **PR** que efectuó la estimación, quedando bajo su responsabilidad la información proporcionada. La estimación efectuada deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación hasta la profundidad mínima «p» indicada en el Artículo 11 (11.2c).

El **PR** no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad. En caso que la estimación indique la necesidad de usar cimentación especial, profunda o por platea, se deberá efectuar un **EMS**.

**Artículo 4.- ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)**

Son aquellos que cumplen con la presente Norma, que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el Programa de Investigación descrito en el Artículo 11.

**Artículo 5.- ALCANCE DEL EMS**

La información del **EMS** es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del **EMS**, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

**Artículo 6.- RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL EMS**

Todo **EMS** deberá ser firmado por el **PR**, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El **PR** no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

**Artículo 7.- RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA**

Las entidades encargadas de otorgar la ejecución de las obras y la Licencia de Construcción son las responsa-

bles de hacer cumplir esta Norma. Dichas entidades no autorizarán la ejecución de las obras, si el proyecto no cuenta con un **EMS**, para el área y tipo de obra específico.

**Artículo 8.- RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE\***

Proporcionar la información indicada en el Artículo 9 y garantizar el libre acceso al terreno para efectuar la investigación del campo.

\* Ver Glosario

**CAPÍTULO 2  
ESTUDIOS**

**Artículo 9.- INFORMACIÓN PREVIA**

Es la que se requiere para ejecutar el **EMS**. Los datos indicados en los Artículos 9 (9.1, 9.2a, 9.2b y 9.3) serán proporcionados por quien solicita el **EMS** (El Solicitante) al **PR** antes de ejecutarlo. Los datos indicados en las Secciones restantes serán obtenidos por el **PR**.

**9.1. Del terreno a investigar**

- Plano de ubicación y accesos
- Plano topográfico con curvas de nivel. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5%, bastará un levantamiento planimétrico. En todos los casos se harán indicaciones de linderos, usos del terreno, obras anteriores, obras existentes, situación y disposición de acequias y drenajes. En el plano deberá indicarse también, la ubicación prevista para las obras. De no ser así, el programa de Investigación (Artículo 11), cubrirá toda el área del terreno.
- La situación legal del terreno.

**9.2. De la obra a cimentar**

- Características generales acerca del uso que se le dará, número de pisos, niveles de piso terminado, área aproximada, tipo de estructura, número de sótanos, luces y cargas estimadas.
- En el caso de edificaciones especiales (que transmitan cargas concentradas importantes, que presenten luces grandes, alberguen maquinaria pesada o que vibren, que generen calor o frío o que usen cantidades importantes de agua), deberá contarse con la indicación de la magnitud de las cargas a transmitirse a la cimentación y niveles de piso terminado, o los parámetros dinámicos de la máquina, las tolerancias de las estructuras a movimientos totales o diferenciales y sus condiciones límite de servicio y las eventuales vibraciones o efectos térmicos generados en la utilización de la estructura.
- Los movimientos de tierras ejecutados y los previstos en el proyecto.
- Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (**PIM**) del **EMS** (Artículo 11 (11.2)), las edificaciones serán calificadas, según la Tabla N° 1, donde **A**, **B** y **C** designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el **A** más exigente que el **B** y éste que el **C**.

**TABLA N° 1  
TIPO DE EDIFICACIÓN**

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)				
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12	
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B	
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A	
MUROS PORTANTES DE ALBANILERÍA	< 12	B	A	—	—	
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	—	—	—	
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A	
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A	
* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.						
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	≤ 9 m de altura	≤ 9 m de altura		> 9 m de altura		
		B		A		

\* Ver Artículo 11 (11.2)

**9.3. Datos generales de la zona**

El **PR** recibirá del Solicitante los datos disponibles del terreno sobre:

- a) Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- b) Construcciones antiguas, restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al **EMS**.

**9.4. De los terrenos colindantes**

Datos disponibles sobre **EMS** efectuados

**9.5. De las edificaciones adyacentes**

Números de pisos incluidos sótanos, tipo y estado de las estructuras. De ser posible tipo y nivel de cimentación.

**9.6. Otra información**

Cuando el **PR** lo considere necesario, deberá incluir cualquier otra información de carácter técnico, relacionada con el **EMS**, que pueda afectar la capacidad portante, deformabilidad y/o la estabilidad del terreno.

**Artículo 10.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN****10.1. Técnicas de Investigación de Campo**

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicables en los **EMS** son las indicadas en la Tabla N° 2.

**TABLA N° 2**

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual - manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrometro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jebes **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado (DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***

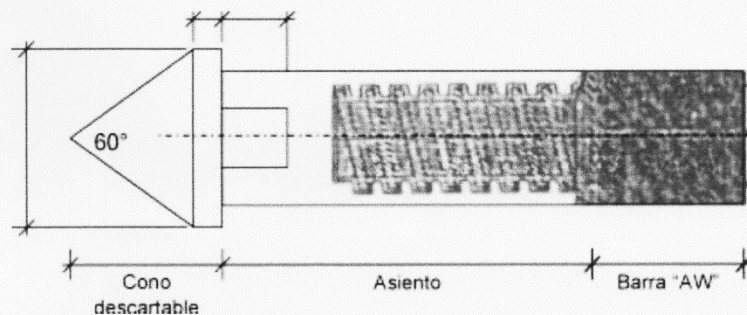
\* En todos los casos se utilizará la última versión de la Norma.

\*\* Estos ensayos solo se emplearán para el control de la compactación de rellenos Controlados o de Ingeniería.

\*\*\* Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 103-801:1994\* (peso del martillo, altura de caída, método de ensayo, etc.) con excepción de lo siguiente: Las Barras serán reemplazadas por las «AW», que son las usadas en el ensayo SPT, NTP339.133 (ASTM D1586) y la punta cónica se reemplazará por un cono de 6.35 cm (2.5 pulgadas) de diámetro y 60° de ángulo en la punta según se muestra en la Figura 1. El número de golpes se registrará cada 0,15 m y se graficará cada 0,30 m.  $C_c$  es la suma de golpes por cada 0,30 m

• Ver Anexo II

**NOTA:** Los ensayos de densidad de campo, no podrán emplearse para determinar la densidad relativa y la presión admisible de un suelo arenoso.

**FIGURA N° 1**



**10.2. Aplicación de las Técnicas de Investigación**

La investigación de campo se realizará de acuerdo a lo indicado en el presente Capítulo, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplicará la «Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción» NTP 339.162 (ASTM D 420).

**a) Pozos o Calicatas y Trincheras**

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El **PR** deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

**b) Perforaciones Manuales y Mecánicas**

Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforación mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

**b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecánico**

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30 m.

**b-2) Perforaciones por Lavado con Agua**

Se recomiendan para diámetros menores a 0,100 m. Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

**c) Método de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) NTP 339.133 (ASTM D 1586)**

Los Ensayos de Penetración Estándar (**SPT**) son aplicables, según se indica en la Tabla N° 3. No se recomienda ejecutar ensayos **SPT** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

**d) Ensayo de Penetración Cuasi-Estática Profunda de Suelos con Cono y Cono de Fricción (CPT) NTP339.148 (ASTM D 3441)**

Este método se conoce también como el cono Holandés. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**e) Cono Dinámico Superpesado (DPSH) UNE 103-801:1994**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requie-

ren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **DPSH** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**f) Cono Dinámico Tipo Peck UNE 103-801:1994 ver tabla (2)**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **Tipo Peck** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**g) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrometro dinámico ligero de punta cónica (DPL) NTP339.159 (DIN 4094)**

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos **DPL** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**h) Método Normalizado para Ensayo de Corte con Veleta de Campo en Suelos Cohesivos NTP 339.155 (ASTM D 2573)**

Este ensayo es aplicable únicamente cuando se trata de suelos cohesivos saturados desprovistos de arena o grava, como complemento de la información obtenida mediante calicatas o perforaciones. Su aplicación se indica en la Tabla N° 3.

**i) Método de Ensayo Normalizado para la Capacidad Portante del Suelo por Carga Estática y para Cimientos Aislados NTP 339.153 (ASTM D 1194)**

Las pruebas de carga deben ser precedidas por un **EMS** y se recomienda su uso únicamente cuando el suelo a ensayar es tridimensionalmente homogéneo, comprende la profundidad activa de la cimentación y es semejante al ubicado bajo el plato de carga. Las aplicaciones y limitaciones de estos ensayos, se indican en la Tabla N° 3.

**TABLA N° 3  
APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS**

Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Parámetro a obtener <sup>(2)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>
SPT	NTP339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N <sub>20</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 <sup>(4)</sup>	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	C <sub>u</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148(ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q, f <sub>c</sub>	Auscultación	—	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	*	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo <sup>(5)</sup>	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C <sub>u</sub> , St	—	—	—	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	—	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	—	—	—	—

(1) Según Clasificación **SUCS**, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

C<sub>u</sub> = Cohesión en condiciones no drenadas.

N = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el

ensayo estándar de penetración.

N<sub>20</sub> = Número de golpes por cada 0,20 m de penetración mediante auscultación con DPSH

C<sub>u</sub> = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración mediante auscultación con Cono Tipo Peck.

$n$  = Número de golpes por cada 0,10 m de penetración mediante auscultación con DPL.  
 $q_c$  = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.  
 $f_c$  = Fricción en el manguito.  
 $St$  = Sensitividad.  
 (3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.  
 (4) Ver Tabla 3.

**Nota.** Ver títulos de las Normas en la Tabla 2.

### 10.3. Correlación entre ensayos y propiedades de los suelos

En base a los parámetros obtenidos en los ensayos «in situ» y mediante correlaciones debidamente comprobadas, el **PR** puede obtener valores de resistencia al corte no drenado, ángulo de fricción interna, relación de pre-consolidación, relación entre asentamientos y carga, coeficiente de balasto, módulo de elasticidad, entre otros.

### 10.4. Tipos de Muestras

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla N° 4, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

**TABLA N° 4**

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mit)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

### 10.5. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 5

**TABLA N° 5  
ENSAYOS DE LABORATORIO**

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

### 10.6. Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico de campo, procediéndose a compatibilizar las diferencias existentes a fin de obtener el perfil estratigráfico definitivo, que se incluirá en el informe final.

### Artículo 11.- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

#### 11.1. Generalidades

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- Condiciones de frontera.
- Número  $n$  de puntos a investigar.
- Profundidad  $p$  a alcanzar en cada punto.
- Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- Número y tipo de muestras a extraer.
- Ensayos a realizar «In situ» y en el laboratorio.

Un **EMS** puede plantearse inicialmente con un **PIM** (Programa de Investigación Mínimo), debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

#### 11.2. Programa de Investigación Mínimo - PIM

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un **EMS**, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

De no cumplirse las condiciones indicadas, el **PR** deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del **EMS**.

#### a) Condiciones de Frontera

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a-1) No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades.

a-2) No existen edificaciones situadas a menos de 100 metros del terreno a edificar que presenten anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación.

a-3) El tipo de edificación (Tabla N° 1) a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 metros.

a-4) El número de plantas del edificio a cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 metros.

a-5) Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 metros y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial.

a-6) La cimentación prevista para el edificio en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1,5 metros.

**b) Número «n» de puntos de Investigación**

El número de puntos de investigación se determina en la Tabla N° 6 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por éste.

TABLA N° 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION	
Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas 3 por cada Ha. de terreno habilitado Unifamiliares de hasta 3 pisos	

(n) nunca será menor de 3, excepto en los casos indicados en el Artículo 3 (3.2).

**c) Profundidad «p» mínima a alcanzar en cada punto de Investigación**

**c-1) Cimentación Superficial**

Se determina de la siguiente manera:

EDIFICACIÓN SIN SÓTANO:

$$p = D_f + z$$

EDIFICACIÓN CON SÓTANO:

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

$D_f$  = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

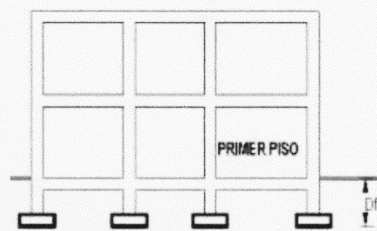
$h$  = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z = 1,5 B$ , siendo  $B$  el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

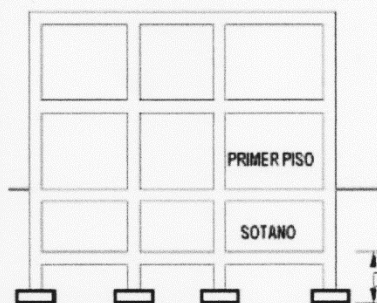
En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar una profundidad  $z$  menor a  $1,5 B$ . En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 m.

En ningún caso  $p$  será menor de 3 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad  $p$ , en cuyo caso el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

FIGURA N° 2 (C1)

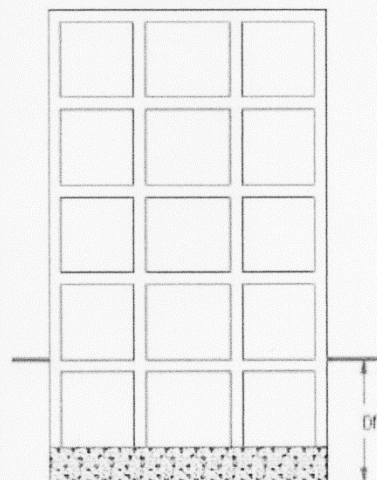


PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D<sub>f</sub>) EN ZAPATAS SUPERFICIALES



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D<sub>f</sub>) EN ZAPATAS BAJO SÓTANOS

**PLATEAS O SOLADOS**



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D<sub>f</sub>) EN PLATEAS O SOLADOS



**c-2) Cimentación Profunda**

La profundidad mínima de investigación, corresponderá a la longitud del elemento que transmite la carga a mayores profundidades (pilote, pilar, etc.), más la profundidad  $z$ .

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

$D_f$  = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el extremo de la cimentación profunda (pilote, pilares, etc.). En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el extremo de la cimentación profunda.

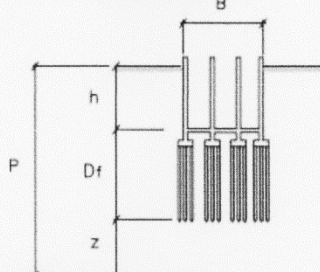
$h$  = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z$  = 6,00 metros, en el 80 % de los sondeos.

= 1,5  $B$ , en el 20 % de los sondeos, siendo  $B$  el ancho de la cimentación, delimitada por los puntos de todos los pilotes o las bases de todos los pilares.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato de suelo resistente que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación en la zona, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar para  $p$ , la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual en el caso de cimentaciones profundas no deberá ser menor de 5 m. Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad  $p$ , el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado, en una longitud mínima de 3 m.

Figura N° 3 (c-2)

**d) Distribución de los puntos de Investigación**

Se distribuirán adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

**e) Número y tipo de muestras a extraer**

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca, se tomará en cada sondeo una muestra tipo **Mab** por estrato, o al menos una cada 2 metros de profundidad hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista  $D_f$  y a partir de éste una muestra tipo **Mib** o **Mit** cada metro, hasta alcanzar la profundidad  $p$ , tomándose la primera muestra en el propio plano de la cimentación.

Cuando no sea posible obtener una muestra tipo **Mib** o **Mit**, ésta se sustituirá por un ensayo «in situ» y una muestra tipo **Mab**.

\* Ver Tabla 4

**f) Ensayos a realizar «in situ» y en laboratorio**

Se realizarán, sobre los estratos típicos y/o sobre las muestras extraídas según las Normas indicadas en las Tabla N° 3 y Tabla N° 5. Las determinaciones a realizar, así como lo mínimo de muestras a ensayar será determinado por el **PR**.

**Artículo 12.- INFORME DEL EMS**

El informe del **EMS** comprenderá:

- Memoria Descriptiva
- Planos de Ubicación de las Obras y de Distribución de los Puntos de Investigación.
- Perfiles de Suelos
- Resultados de los Ensayos «in situ» y de Laboratorio.

**12.1. Memoria Descriptiva****a) Resumen de las Condiciones de Cimentación**

Descripción resumida de todos y cada uno de los tópicos principales del informe:

- Tipo de cimentación.
- Estrato de apoyo de la cimentación.
- Parámetros de diseño para la cimentación (Profundidad de la Cimentación, Presión Admisible, Factor de Seguridad por Corte y Asentamiento Diferencial o Total).
- Agresividad del suelo a la cimentación.
- Recomendaciones adicionales.

**b) Información Previa**

Descripción detallada de la información recibida de quien solicita el **EMS** y de la recolectada por el **PR** de acuerdo al Artículo 9.

**c) Exploración de Campo**

Descripción de los pozos, calicatas, trincheras, perforaciones y auscultaciones, así como de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

**d) Ensayos de Laboratorio**

Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

**e) Perfil del Suelo**

Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134 (ASTM D 2487), plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2488).

**f) Nivel de la Napa Freática**

Ubicación de la napa freática, indicando la fecha de medición y comentarios sobre su variación en el tiempo.

**g) Análisis de la Cimentación**

Descripción de las características físico - mecánicas de los suelos que controlan el diseño de la cimentación. Análisis y diseño de solución para cimentación. Se incluirá memorias de cálculo en cada caso, en la que deberán indicarse todos los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. En esta Sección se incluirá como mínimo:

- Memoria de cálculo.
- Tipo de cimentación y otras soluciones si las hubiera.
- Profundidad de cimentación ( $D_f$ ).
- Determinación de la carga de rotura al corte y factor de seguridad (**FS**).
- Estimación de los asentamientos que sufriría la estructura con la carga aplicada (diferenciales y/o totales).
- Presión admisible del terreno.
- Indicación de las precauciones especiales que deberá tomar el diseñador o el constructor de la obra, como consecuencia de las características particulares del terreno investigado (efecto de la napa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.)
- Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzada.
- Otros parámetros que se requieran para el diseño o construcción de las estructuras y cuyo valor dependa directamente del suelo.

**h) Efecto del Sismo**

En concordancia con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, el **EMS** proporcionará como mínimo lo siguiente:

- El Factor de Suelo (**S**) y
- El Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo ( $T_p(S)$ ).

Para una condición de suelo o estructura que lo amerite, el **PR** deberá recomendar la medición «in situ» del Período Fundamental del Suelo, a partir del cual se determinarán los parámetros indicados.

En el caso que se encuentren suelos granulares saturados sumergidos de los tipos: arenas, limos no plásticos o gravas contenidas en una matriz de estos materiales, el **EMS** deberá evaluar el potencial de licuefacción de suelos, de acuerdo al Artículo 32.

**12.2. Planos y Perfiles de Suelos****a) Plano de Ubicación del Programa de Exploración**

Plano topográfico o planimétrico (ver el Artículo 9 (9.1)) del terreno, relacionado a una base de referencia y mostrando la ubicación física de la cota (o **BM**) de referencia

utilizada. En el plano de ubicación se empleará la nomenclatura indicada en la Tabla N° 7.

TABLA N° 7 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Perforación	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

n - número correlativo de sondaje.

**b) Perfil Estratigráfico por Punto Investigado**

Debe incluirse la información del Perfil del Suelo indicada en el Artículo 12 (12.1e), así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos «in situ». Se sugiere incluir los símbolos gráficos indicados en la Figura N° 4.

**12.3. Resultados de los Ensayos de Laboratorio**

Se incluirán todos los gráficos y resultados obtenidos en el Laboratorio según la aplicación de las Normas de la Tabla N° 5.

**FIGURA N° 4**  
Simbología de Suelos (Referencial)

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PT		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

**CAPÍTULO 3**  
**ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

**Artículo 13.- CARGAS A UTILIZAR**

Para la elaboración de las conclusiones del EMS, y en caso de contar con la información de las cargas de la edificación, se deberán considerar:

a) Para el cálculo del factor de seguridad de cimentaciones: se utilizarán como cargas aplicadas a la cimentación, las Cargas de Servicio que se utilizan para el diseño estructural de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

b) Para el cálculo del asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares: se deberá considerar la máxima carga vertical que actúe (Carga Muerta más Carga Viva más Sismo) utilizada para el diseño de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

c) Para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos: se considerará la Carga Muerta más el 50% de la Carga Viva, sin considerar la reducción que permite la Norma Técnica de Edificación E. 020 Cargas.

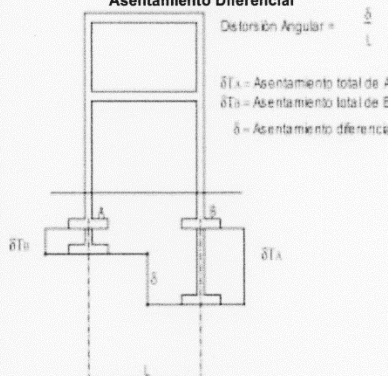
d) Para el cálculo de asentamientos, en el caso de edificaciones con sótanos en las cuales se emplee plateas o losas de cimentación, se podrá descontar de la carga total de la estructura (carga muerta más sobrecarga más el peso de losa de cimentación) el peso del suelo excavado para la construcción de los sótanos.

**Artículo 14.- ASENTAMIENTO TOLERABLE**

En todo EMS se deberá indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial (Figura N° 5) no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla N° 8.

En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.

**FIGURA N° 5**  
Asentamiento Diferencial



**TABLA N° 8**  
DISTORSIÓN ANGULAR =  $\alpha$

$\alpha = d/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.



**Artículo 15.- CAPACIDAD DE CARGA**

La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se empleará un ángulo de fricción interna ( $f$ ) igual a cero.

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se empleará una cohesión ( $c$ ) igual a cero.

**Artículo 16.- FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE**

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) Para solicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

**Artículo 17.- PRESIÓN ADMISIBLE**

La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

- a) Profundidad de cimentación.
- b) Dimensión de los elementos de la cimentación.
- c) Características físico-mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- d) Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la estructura.
- e) Probable modificación de las características físico-mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- f) Asentamiento tolerable de la estructura.

La presión admisible será la menor de la que se obtenga mediante:

- a) La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por corte afectada por el factor de seguridad correspondiente (Ver el Artículo 16).
- b) La presión que cause el asentamiento admisible.

**CAPÍTULO 4  
CIMENTACIONES SUPERFICIALES****Artículo 18.- DEFINICIÓN**

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho ( $D/B$ ) es menor o igual a cinco (5), siendo  $D$ , la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

**Artículo 19.- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos, es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación estará referida al nivel del piso del sótano. En el caso de plateas o losas de cimentación la profundidad será la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural.

La profundidad de cimentación quedará definida por el  $PR$  y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo-deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0,80 m en el caso de zapatas y cimientos corridos.

Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor. El espesor de la losa y el peralte de la viga perimetral serán determinados por el Profesional Responsable de las estructuras, para garantizar la rigidez de la cimentación.

Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tener en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos.

Cuando una cimentación quede por debajo de una cimentación vecina existente, el  $PR$  deberá analizar el requerimiento de Calzar la cimentación vecina según lo indicado en los Artículos 33 (33.6).

No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos No Controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan con lo indicado en el Artículo 21 (21.1).

**Artículo 20.- PRESIÓN ADMISIBLE**

Se determina según lo indicado en el Capítulo 3.

**Artículo 21.- CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS**

Los rellenos son depósitos artificiales que se diferencian por su naturaleza y por las condiciones bajo las que son colocados.

Por su naturaleza pueden ser:

a) **Materiales seleccionados:** todo tipo de suelo compactable, con partículas no mayores de 7,5 (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla  $\frac{3}{4}$ " y sin elementos distintos de los suelos naturales.

b) **Materiales no seleccionados:** todo aquél que no cumpla con la condición anterior.

Por las condiciones bajo las que son colocados:

- a) Controlados.
- b) No controlados.

**21.1.- Rellenos Controlados o de Ingeniería**

Los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

a) Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor.

Cuando se requiera verificar la compactación de un Relleno Controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

a) Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133 (ASTM D 1586) por cada metro de espesor de Relleno Controlado. El resultado de este ensayo debe ser mayor a  $N_{60} = 25$ , golpes por cada 0,30m de penetración.

b) Un ensayo con Cono de Arena, NTP 339.143 (ASTM D 1556) ó por medio de métodos nucleares, NTP 339.144 (ASTM D2922), por cada 0,50 m de espesor. Los resultados deberán ser: mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

**21.2. Rellenos no Controlados**

Los rellenos no controlados son aquellos que no cumplen con el Artículo 21.1. Las cimentaciones superficiales no se podrán construir sobre estos rellenos no controlados, los cuales deberán ser reemplazados en su totalidad por materiales seleccionados debidamente compactados, como se indica en el Artículo 21 (21.1), antes de iniciar la construcción de la cimentación.

**Artículo 22.- CARGAS EXCÉNTRICAS**

En el caso de cimentaciones superficiales que transmiten al terreno una carga vertical  $Q$  y dos momentos  $M_x$  y  $M_y$  que actúan simultáneamente según los ejes  $x$  e  $y$

**PILOTE.**- Elemento de cimentación profunda en el cual la relación Profundidad/Ancho ( $D_p/B$ ) es mayor o igual a 10.

**PILOTES DE CARGA MIXTA.**- Aquellos que transmiten la carga, parte por punta y parte por fricción.

**PILOTES DE CARGA POR FRICCIÓN.**- Aquellos que transmiten la carga a lo largo de su cuerpo por fricción con el suelo que los circunda.

**PILOTES DE CARGA POR PUNTA.**- Aquellos que transmiten la carga a un estrato resistente ubicado bajo la punta.

**PILOTES DE DENSIFICACIÓN.**- Aquellos que se instalan para densificar el suelo y mejorar las condiciones de cimentación.

**PRESIÓN ADMISIBLE.**- Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos excesivos (mayores que el admisible) ni el factor de seguridad frente a una falla por corte sea menor que el valor indicado en el Artículo 17.

**PRESIÓN ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO.**- Presión que al ser aplicada por la cimentación adyacente a una estructura, ocasiona un asentamiento diferencial igual al asentamiento admisible. En este caso no es aplicable el concepto de factor de seguridad, ya que se trata de asentamientos.

**PRESIÓN DE CONTACTO.**- Carga transmitida por las estructuras al terreno en el nivel de cimentación incluyendo el peso propio del cimiento.

**PRESIÓN DE TRABAJO.**- Sinónimo de presión admisible.

**PROFESIONAL RESPONSABLE.**- Ingeniero Civil, registrado en el Colegio de Ingenieros del Perú.

**PROFUNDIDAD ACTIVA.**- Zona del suelo ubicada entre el nivel de cimentación y la isobara (línea de igual presión) correspondiente al 10% de la presión aplicada a la cimentación.

TIPO DE SECCIÓN	CRITERIO
CUADRADA	$2B$
CONTINUA	$6,4B$

**PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.**- Profundidad a la que se encuentra el plano o desplante de la cimentación de una estructura. Plano a través del cual se aplica la carga, referido al nivel del terreno de la obra terminada.

**PROPIETARIO.**- Persona natural o jurídica que ejerce o ejercerá derecho de propiedad sobre la edificación material del Estudio de Mecánica de Suelos.

**RELLENO.**- Depósitos artificiales descritos en el Artículo 21.

**ROCA.**- Material que a diferencia del suelo, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales.

**SOLICITANTE.**- Persona natural o jurídica con quien el PR contrata el EMS.

**SUELO COLAPSABLE.**- Suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUELO EXPANSIVO.**- Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUELO ORGÁNICO.**- Suelo de color oscuro que presenta una variación mayor al 25% entre los límites líquidos de la muestra secada al aire y la muestra secada al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas.

**TIERRA DE CULTIVO.**- Suelo sometido a labores de labranza para propósitos agrícolas.

## ANEXO II NORMA ESPAÑOLA - UNE 103-801-94

### GEOTÉCNIA PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA

#### 1. OBJETIVO

Esta norma tiene por objeto describir el procedimiento para la realización de la denominada prueba de penetración dinámica superpesada. Con esta prueba se determina la resistencia del terreno a la penetración de un cono cuando es golpeado según el procedimiento establecido.

#### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

La prueba de penetración dinámica está especialmente indicada para suelos granulares <sup>(1)</sup>.

Su utilización permite:

- Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno.
- Evaluar la compactación de un suelo granular. Cuando el suelo contenga partículas de tamaños tales <sup>(2)</sup> que obstaculicen la penetración del cono en el terreno el resultado de la prueba puede no ser representativo.
- Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo.
- Comprobar la situación en profundidad de una capa cuya existencia se conoce.

#### 3. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

D.P.S.H. Abreviatura de la prueba de penetración dinámica en su procedimiento superpesado, que proviene de su denominación de inglés (DPSH).

$N_s$  = Número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

R = Anotación a incluir cuando el número de golpes requerido para una penetración de 20 cm es superior a 100 golpes.

#### 4. APARATOS Y MATERIAL NECESARIO

**4.1. Cono:** Es una pieza de acero cilíndrica que termina en forma cónica con un ángulo de  $90^{\circ}$ . El cono podrá ser perdido o recuperable con las configuraciones respectivas que se reflejan en la figura 9.

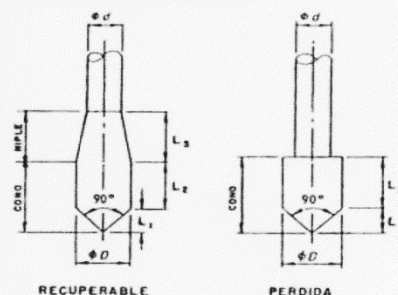


FIG. 9 - Alternativas de cono

**4.2. Varillaje:** Conjunto de varillas de acero macizas que se utilizan para transmitir la energía de golpeo desde la cabeza del varillaje hasta el cono.

**4.3. Maza:** Cuerpo de acero de  $63,5 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$  de masa.

**4.4. Cabeza de impacto:** Cuerpo de acero que recibe el impacto de la maza y que queda unido solidariamente a la parte superior de varillaje, sin que durante el golpeo pueda existir desplazamiento relativo entre ambos.

**4.5. Guiadera:** Elemento de acero que guía suavemente la maza durante su caída.

**4.6. Sistema de elevación y escape:** Mecanismo mediante el cual se eleva la maza a una altura de  $760 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ , se libera y se permite su caída libre por la guiadera hasta la cabeza de impacto. La velocidad de la maza cuando se libere será nula.

<sup>(1)</sup> La ejecución de pruebas de penetración dinámica debe ser precedida por un reconocimiento mediante sondeos que permita identificar las capas de suelos en el área investigada.

<sup>(2)</sup> La existencia de partículas con tamaño superior a 6 mm puede obstaculizar el avance del cono sin que ello suponga un incremento de compactación.



GOBIERNO  
DE ANCASH

INstituto  
Geológico del Perú



## **PROGRAMA PRESUPUESTAL N°068: REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES**

**Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica  
Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico**



### **ZONIFICACIÓN SÍSMICA – GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE** Provincia de Santa – Departamento de Ancash (Comportamiento Dinámico del Suelo)

Responsable: Hernando Tavera

Lima – Perú  
2014





#### 10.1.- Clasificación de Suelos SUCS

En base a la información geotécnica recopilada de las calicatas, posteos y la publicada por INADUR (2000), se realiza la clasificación de suelos SUCS para la ciudad de Chimbote. Se ha identificado la existencia de 3 tipos de suelos cuyas características se describen a continuación (Tabla 5, Figura 60):

**- Suelos tipo SP:** La ciudad de Chimbote se encuentra asentado sobre arenas pobremente gradadas, arenas y gravas con pocos finos, y de color que va de beige a marrón. El contenido de humedad varía desde 0.39% en el extremo norte de la ciudad de Chimbote a 22.91% en el extremo sur cerca a los pantanos, por ello el alto porcentaje de humedad. No presenta plasticidad, ni límite líquido.

**- Suelos tipo SM:** Lo conforman arenas limosas, mezcla de arenas y limos mal gradados de color marrón. En el extremo Noreste de la ciudad de Chimbote se ubica el AH. La Campiña y Esperanza baja, con contenido de humedad de 9.94%. En la zona centro se encuentran los AH Pueblo Libre y Mirador Alto, con contenido de humedad de 20.37% (calicata 07) debido a que la napa freática es superficial. En el extremo sur, en el área denominada la base Chimbote, los suelos presentan un contenido de humedad de 19.72%, esto es alto por encontrarse a pocos metros de la zona pantanosa. No presenta límite plástico ni límite líquido.

**- Suelos tipo SP-SM:** Lo conforman arenas pobremente gradadas con arenas limosas. Se encuentran en el extremo Este de la ciudad de Chimbote, abarca Av. Precursores, AH Alto Perú y parte del AH 10 de Setiembre. El contenido de humedad es de 19.20% y no presenta plasticidad ni límite líquido.

Tabla 5: Clasificación SUCS de suelos en la ciudad de Chimbote

Calicata	Profundidad (m)	Uniformidad	Curvatura	Límite Plástico (%)	Límite Líquido (%)	Contenido de Humedad (%)	Grava(> 4.76 mm)	Arena (>0.74mm<4.76mm)	Finos (< 0.074)	SUCS	DENOMINACIÓN
Ch_01	1.95	1.36	0.96	NT	NP	0.39	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Ch_02	2.20	1.48	0.96	NT	NP	0.65	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Ch_03	1.30	1.58	0.97	NT	NP	20.96	0	96	4	SP	Arena pobr. gradada
Ch_04	2.60	—	—	NT	NP	9.94	6	74	20	SM	Arena limosa
Ch_05	3.00	1.46	0.96	NT	NP	0.48	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Ch_06	2.40	1.51	0.96	NT	NP	19.87	0	98	2	SP	Arena pobr. gradada
Ch_07	2.50	—	—	NT	NP	20.37	0	63	37	SM	Arena limosa
Ch_08	2.00	1.84	0.89	NT	NP	2.06	0	98	2	SP	Arena pobr. gradada
Ch_09	1.40	3.54	1.96	NT	NP	19.20	0	89	11	SP-SM	Aren pobr. grad-Aren.lim
Ch_10	1.40	1.48	0.96	NT	NP	21.69	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Ch_11	2.25	1.5	0.96	NT	NP	2.95	0	98	2	SP	Arena pobr. gradada
Ch_12	2.00	1.42	0.96	NT	NP	10.60	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Ch_13	1.50	—	—	NT	NP	19.72	0	82	18	SM	Arena limosa
Ch_14	1.35	1.44	0.96	NT	NP	22.91	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada

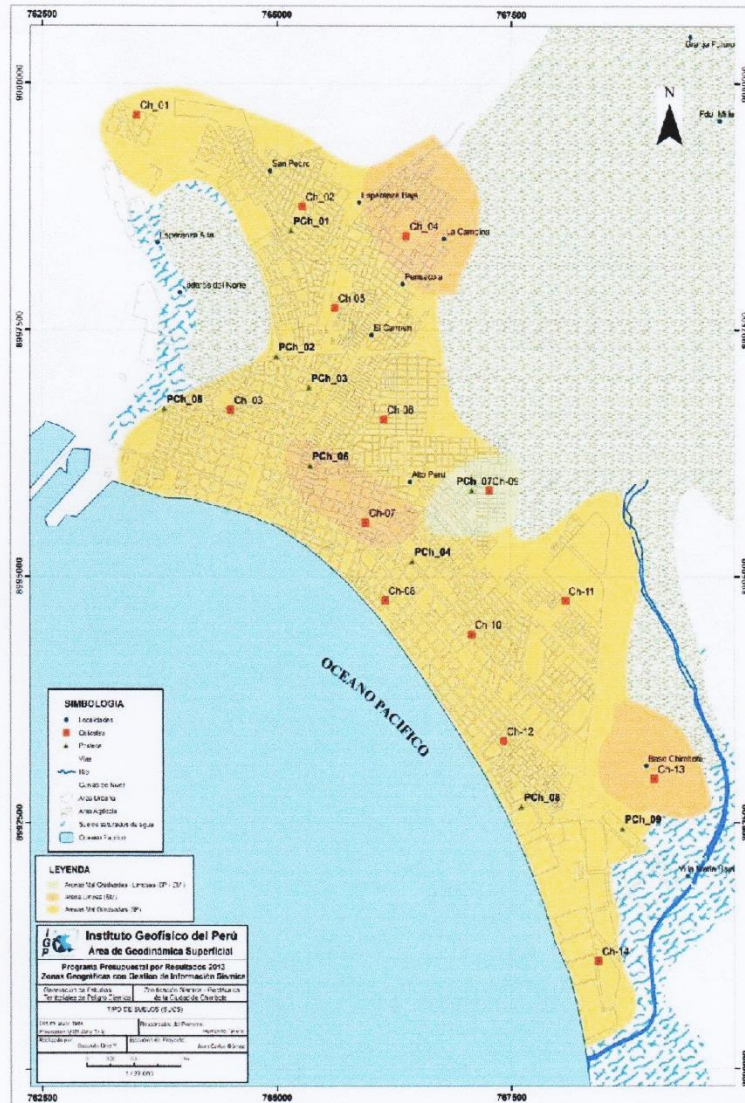


Figura 60: Mapa de clasificación SUCS de suelos en la ciudad de Chimbote



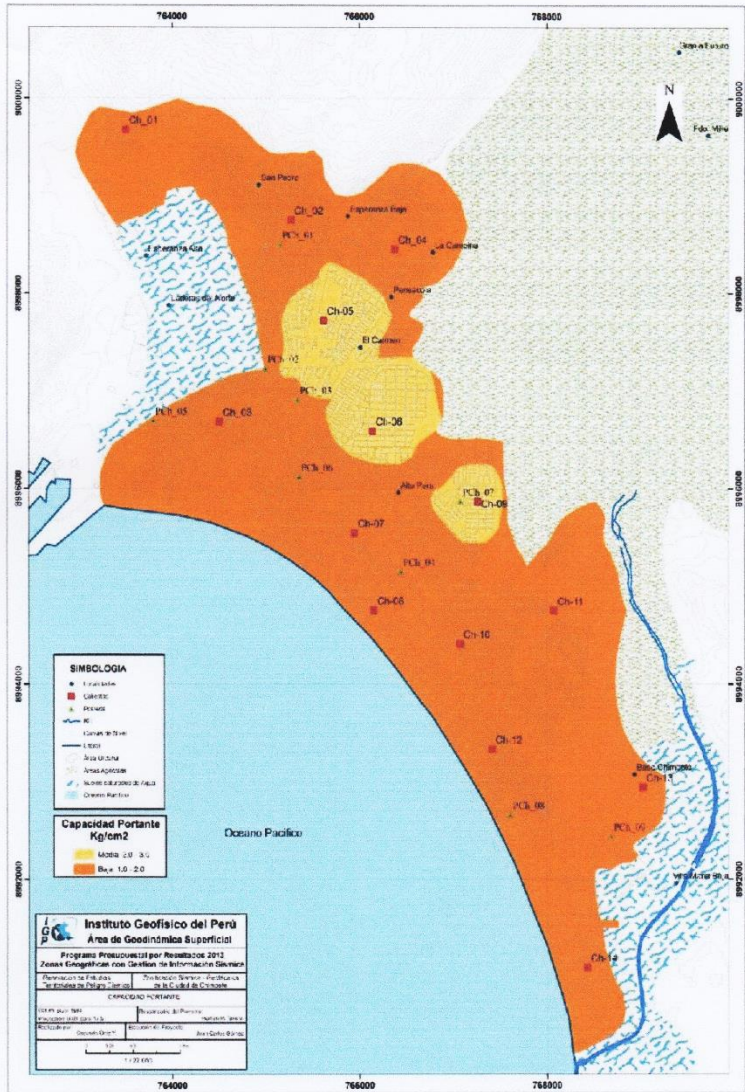
## 10.2.- Capacidad Portante

La capacidad del terreno para soportar cargas aplicadas sobre él es denominada como capacidad portante. Este parámetro ha sido determinado para los suelos de la ciudad de Chimbote a partir de ensayos de corte directo al material muestreado en 14 calicatas elaboradas en la ciudad. Los valores obtenidos en laboratorio corresponden a una profundidad y ancho mínimo de cimentación de 1.20 y 1.0 metros (Tabla 6). Los resultados obtenidos para la ciudad de Chimbote han permitido clasificar a los suelos en tres rangos que definen su capacidad portante en baja, media y alta, con las siguientes características (Figura 61):

Tabla 6: Valores de capacidad portante para las calicatas elaboradas en la ciudad de Chimbote

CALICATA S	Angulo de Fricción interna del Suelo (°)	Cohesión Aparente del Suelo (Tn/m <sup>2</sup> )	Densidad seca Promedio (gr/cm <sup>3</sup> ) ( < N° 4)	Humedad Natural (%)	Capacidad Carga Admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )
Ch_01	27.55	0.1	1.6	0.39	1.36
Ch_02	26.56	0.3	1.8	0.65	1.35
Ch_03	29.8	0.1	1.4	20.96	1.58
Ch_04	28.6	0	1.4	9.94	1.35
Ch_05	30.9	0	1.7	0.48	2.21
Ch_06	32	0.5	1.65	19.87	2.47
Ch_07	29.7	0.3	1.55	20.37	1.8
Ch_08	29.05	0.1	1.65	2.06	1.69
Ch_09	30.9	0.3	1.65	19.2	2.21
Ch_10	29.05	0.1	1.6	21.69	1.63
Ch_11	26.56	0.3	1.6	2.95	1.2
Ch_12	26.56	0.3	1.65	10.6	1.24
Ch_13	29	0	1.7	19.72	1.73
Ch_14	28.05	0	1.6	22.91	1.44

- Capacidad portante baja (1-2 kg/cm<sup>2</sup>): Considera a suelos medianamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta dos pisos. Estos suelos están presentes en toda la zona urbana de la ciudad de Chimbote. En el extremo norte considera a los AAHH San Pedro, Esperanza Baja, Esperanza Alta, La Unión, Cesar Vallejo, casco urbano y La campiña. Asimismo, los AHH Miramar, Miramar bajo, Ciudad de Dios, Florida baja, Tres Estrellas, La Florida y P.J. Pueblo Libre, En el extremo sur, abarca a los AAHH Señor de los Milagros, La Libertad, San Juan y Villa España.



**Figura 61: Mapa de capacidad portante para la ciudad de Chimbote**



.- *Capacidad portante media ( $2-3 \text{ kg/cm}^2$ ):* Considera a suelos moderadamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta tres pisos con condiciones técnicas específicas. Estos suelos están presentes en los AAHH 16 de Diciembre, San Isidro, 10 de Setiembre y Alto Perú, además de la Urb. El Carmen y el P.J. Dos de Mayo

.- *Capacidad portante alta ( $>3 \text{ kg/cm}^2$ ):* Corresponde a suelos compactos y recomendables para la cimentación de viviendas con más de tres pisos. Estos suelos están presentes en Paseo del Mar a espaldas de la Urb. Los Domos.

### 10.3.- Nivel Freático Superficial

Otro de los objetivos primordiales del estudio geotécnico, es determinar el nivel freático superficial presente en la ciudad de Chimbote; es decir, conocer la ubicación, en el subsuelo, de la capa saturada, ya que la presencia de agua, en relación a los esfuerzos aplicados, produce una disminución de las propiedades y características de resistencia de los suelos. Para su determinación se ha tomado información de las calicatas y posteos elaborados en la ciudad de Chimbote y los resultados se presentan en la Figura 62 y Tabla 7. En la ciudad de Chimbote, la profundidad promedio del nivel freático es de 1.67 m. El nivel freático más profundo se encuentra a 2.35 m en el parque y AAHH Dos de Mayo; mientras que, el más superficial se encuentra a 1.10 m en el parque La Balanza, Urb. Enrique Palacios.

Tabla 7: Registro del nivel freático superficial para las ciudades de Chimbote (Ch\_\*, PostCh\_\*) y Nuevo Chimbote (Nch\_\*, PostNch\_\*)

Punto	Norte	Este	Cota	SUCS	Nivel Freático (m)
Ch_03	8996688	764511	15	SP	1.1
CH_06	8996591	766142	14	SP	2.35
Ch_08	8994757	766158	20	SP	2
Ch_09	8995870	767263	30	SP-SM	1.45
Ch_10	8994414	767075	26	SP	1.4
Ch_12	8993334	767418	15	SP	2
Ch_13	8992946	769026	22	SP	1.5
Ch_14	8991098	768434	17	SP	1.35
Nch_15	8990832	769514	17	SP	1.65
PostCh_04	8995154	766443	29	SP	2
PostCh_06	8996121	765356	15	SP	1.9
PostCh_07	8995871	767075	26	SP	1.6
PostCh_08	8992655	767609	28	SP	1.45
PostCh_09	8992440	768685	21	SP	1.65
PostNch_02	8991611	770318	22	SP	1.6



PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



## MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016



## MTC E 107

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

## 1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

## 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 mm (Nº 200).
- 2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

## 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

## 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

## 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

- 4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C.

## 4.2 MATERIALES

- 4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075



- 4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- 4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
- 5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.
- 5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
- 5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

- 5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,76º mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.
- 5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral [4.1.1](#).
- 5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

## 6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).
- 6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunirlos con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

## 6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.
- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.
- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).
- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).
- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.
- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



## MTC E 108

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

**Nota 1.** (\*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 ° C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:  
De 0,01 g para muestras de menos de 200 g  
De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

##### 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

**Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

**Nota 3.** El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

- 4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- 4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.



## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.
- 5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

- 6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
- 6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

**Nota.-** \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

- 6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
- 6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
- 6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.
- 6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO
- 6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).

6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):

- a) Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
- b) Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
- c) Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.

6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.

- a) Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
- b) Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

**Nota 4.** El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

### 6.3 PROCEDIMIENTO

6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).

6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la [sección 6.2](#) de este ensayo.

6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

**Nota 5.** Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

**Nota 6.** Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5$  °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.



## MTC E 110

## DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

## 1.0 OBJETO

- 1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

**Discusión:** Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

## 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

## 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

## 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

## 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.

- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.

- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.

- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ") de ancho aproximadamente.
- 4.3 INSUMOS
- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz  $425 \mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### Multipunto

- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.

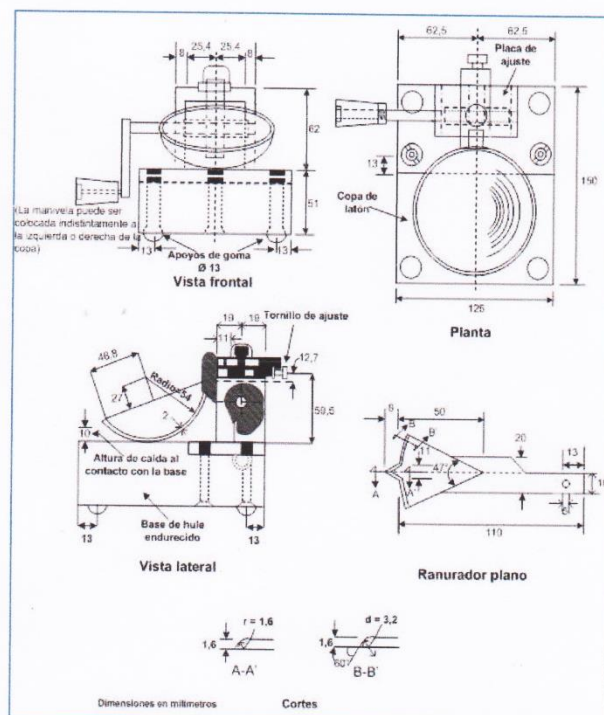
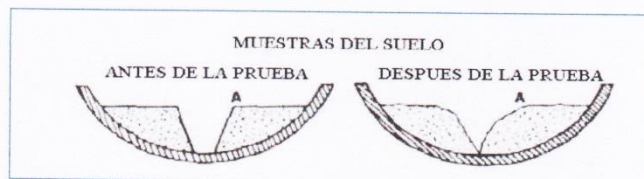


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
 

**Nota1.** Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con





## MTC E 111

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 426 µm (N° 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

##### 5.0 MUESTRA

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 µm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado

en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- 6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

- 6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.
- 6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

**Tabla 1**  
**Tabla de estimados de precisión.**

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Plástico	0,9	2,6
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

### 7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido

P.L. = Límite Plástico

L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).



PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

## MTC E 115

### COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ( $2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$ )).

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de ( $2700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$ )).

**Nota 1.** Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

**Nota 2.** El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$ " pulg).

**Nota 3.** Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$ " pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$ " pulg), ver ensayo ASTM D 4718

- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

##### 2.3.1 METODO "A"

- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm ( $N^{\circ} 4$ ).
- 2.3.1.3 Número de capas: 5
- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25
- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm ( $N^{\circ} 4$ ).
- 2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

##### 2.3.2 METODO "B"

- 2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.
- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$ " pulg).
- 2.3.2.3 Número de Capas: 5
- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25
- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm ( $N^{\circ} 4$ ) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$ " pulg).





PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

### 2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

**Nota 4.** Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ( $F = M \cdot a$ ). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie<sup>3</sup> no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad ( $w_o$ ) y el Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{dm\max}$ ) mediante un ensayo de

compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{dm\max}$ ). La selección del contenido de agua ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ), y el Peso Unitario Seco ( $\gamma_{dm\max}$ ) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

#### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- 4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 101,6  $\pm$  0,4 mm (4,000  $\pm$  0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4  $\pm$  0,5 mm (4,584  $\pm$  0,018 pulg) y un volumen de 944  $\pm$  14 cm<sup>3</sup> (0,0333  $\pm$  0,0005 pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.
- 4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 152,4  $\pm$  0,7 mm (6,000  $\pm$  0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4  $\pm$  0,5mm (4,584  $\pm$  0,018 pulg) y un volumen de 2 124  $\pm$  25 cm<sup>3</sup> (0,075  $\pm$  0,0009 pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.
- 4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de 457,2  $\pm$  1,6 mm (18  $\pm$  0,05 pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será 4,54  $\pm$  0,01 kg (10  $\pm$  0,02 lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de 50,80  $\pm$  0,13 mm (2,000  $\pm$  0,005 pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los 50,800  $\pm$  0,25 mm (2,000  $\pm$  0,01 pulg).

**Nota 5.** Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

- 4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0  $\pm$  1,6 mm



( $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$  pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- 4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber  $2,5 \pm 0,8$  mm ( $0,10 \pm 0,03$  pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.
- 4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a  $73,7 \pm 0,5$  mm ( $2,90 \pm 0,02$  pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.
- 4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- 4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- 4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C a través de la cámara de secado.

#### 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,1$  mm ( $\pm 0,005$  pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm ( $\frac{1}{8}$  pulg).
- 4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.
- 4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

#### 5.0 MUESTRA

- 5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.
- 5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19,0mm ( $\frac{3}{4}$  pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

#### 6.0 PROCEDIMIENTO

##### 6.1 PREPARACION DE APARATOS

- 6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- 6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.



6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.

- a) Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)
- b) Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
- c) Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.
- d) Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.

## 6.2 PREPARACION DEL ENSAYO

### 6.2.1 SUELOS

6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.

6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).

6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.

### 6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.

6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

**Nota 6.** Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.

6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).





Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

#### 6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.

6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.

6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.

6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo u otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

**Nota 7.** Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.

## MTC E 123

## CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)

## 1.0 OBJETO

- 1.1 Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo.

## 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este modo operativo es adecuado para la determinación rápida de las propiedades de resistencia de materiales drenados y consolidados. Debido a que las trayectorias de drenaje a través de la muestra son cortas, se permite que el exceso de presión en los poros sea disipado más rápidamente que con otros ensayos drenados. El ensayo puede ser hecho en todo tipo de suelos inalterados, remoldeados o compactados. Hay sin embargo una limitación en el tamaño máximo de las partículas presentes en las muestras.
- 2.2 Los resultados del ensayo son aplicables para estimar la resistencia al corte en una situación de campo donde ha tenido lugar una completa consolidación bajo los esfuerzos normales actuales. La ruptura ocurre lentamente bajo condiciones drenadas, de tal manera que los excesos de presión en los poros quedan disipados. Los resultados de varios ensayos pueden ser utilizados para expresar la relación entre los esfuerzos de consolidación y la resistencia al corte en condiciones drenadas.

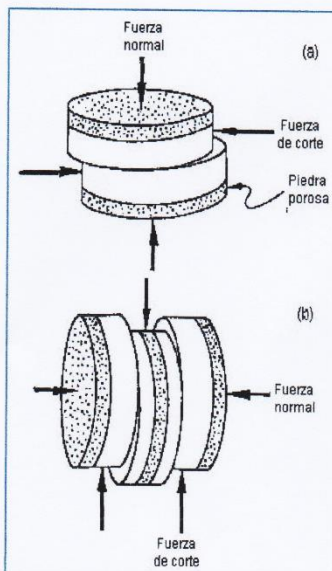


Figura 1: Esquema del ensayo del corte sencillo y del corte doble

El ensayo consiste en:

- Colocación de la muestra en el dispositivo de corte.
- Aplicación de una carga normal.
- Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra.
- Consolidación de la muestra.

- Liberación de los marcos que sostienen la muestra.
- Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra (Ver Fig. 1 y 2)

2.3 Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas.

### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 3080: Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

#### 4.1 EQUIPOS

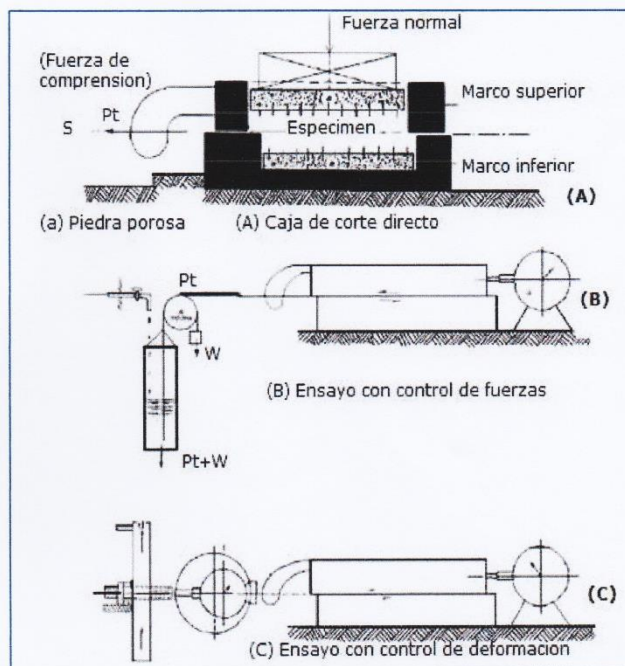
4.1.1 Dispositivo de carga. El dispositivo de carga debe ceñirse a lo siguiente (véase Figura2):

Sostener la probeta con seguridad entre dos piedras porosas colocadas una en cada cara, de tal manera que no se presenten movimientos de torsión sobre ella.

Estar provisto de los dispositivos necesarios para:

- Aplicar una fuerza normal en las caras de la muestra.
- Determinar los cambios en el espesor de la muestra.
- Drenar el agua a través de las piedras porosas.
- Sumergir la muestra en agua.
- Ser capaz de aplicar una fuerza de corte para hacer fallar la muestra a lo largo de un determinado plano (corte único) o de planos (corte doble) paralelos a las caras de la muestra.
- Los marcos que sostienen la probeta deben ser lo suficientemente rígidos para evitar su deformación durante el corte.
- Las diferentes partes del dispositivo deben ser de un material resistente a la corrosión por sustancias contenidas en el suelo o por la humedad del mismo.





**Figura 2: Dispositivo para el ensayo de corte directo**

**4.1.2 Piedras porosas.** Las piedras porosas deben ceñirse a lo siguiente:

Deben ser de carburo de silicio, óxido de aluminio o de un metal que no sea susceptible a la corrosión por sustancias contenidas en el suelo o la humedad del mismo.

Dependiendo del tipo de suelo que se va a ensayar, las piedras porosas deben tener la calidad adecuada para desarrollar el contacto necesario con la muestra y, además, deben evitar la intrusión excesiva de partículas de suelo dentro de sus poros.

El diámetro o ancho de la parte superior de la piedra porosa o placa, deberá tener 0,2 mm a 0,5 mm (0,01 pulgada a 0,02 pulgadas).

Para ensayos con suelos normales, la calidad de las piedras debe permitir una permeabilidad de 0,5 mm/s a 1 mm/s.

**4.1.3 Dispositivo para la aplicación de la fuerza normal.** Debe estar capacitado para aplicar rápidamente la fuerza especificada sin excederla y para mantenerla con una variación máxima de  $\pm 1\%$  durante el proceso de ensayo.

**4.1.4 Dispositivo para la aplicación de la fuerza de corte.**

Un anillo de carga o una celda de carga con una precisión de 2,5 N (0,5 lb) o de uno por ciento (1%) de la fuerza de corte en la falla, cualquiera que sea mayor.

La capacidad depende más que todo del tipo de control: con control de deformaciones o con control de esfuerzos. Se prefiere generalmente el primero por la facilidad para determinar, tanto el esfuerzo último, como la carga máxima.

El equipo con control de deformaciones debe tener la capacidad para cortar la muestra a una velocidad de desplazamiento uniforme, con una desviación de  $\pm 10\%$  y debe permitir el ajuste de la velocidad de desplazamiento dentro de un rango más o menos amplio.

La velocidad de aplicación de la carga, depende de las características de consolidación del suelo. Se logra usualmente por medio de un motor con caja de transmisión y la fuerza de corte se determina por medio de un indicador de carga.

Si se usa el equipo con control de esfuerzos, debe ser capaz de aplicar la fuerza de corte sobre la muestra con incrementos de carga y grado de precisión, como se especifica en el numeral 4.1.3 de este ensayo.

- 4.1.5 Cuarto húmedo. La pérdida de humedad durante la preparación de la muestra no deberá exceder de 0,5%, tanto para su almacenamiento como para su preparación.
- 4.1.6 Equipo para el corte de la muestra. Debe ser adecuado para tallar la muestra de acuerdo con las dimensiones interiores de la caja de corte con un mínimo de alteración. Puede necesitarse un soporte exterior para mantener en alineamiento axial una serie de 2 o 3 anillos.
- 4.1.7 Base de la caja de corte. Una caja metálica en la cual se apoya la caja de corte y proporciona una reacción en contra en la cual la mitad de la caja de corte es restringida, o una base sólida con dispositivos para alinear la mitad de la caja de corte, la cual es libre de movimiento de forma coincidente con la fuerza tangencial aplicado en un plano horizontal
- 4.1.8 Balanza. Debe tener una sensibilidad de 0,1g o 0,1% del peso de la probeta.
- 4.1.9 Indicadores de deformación ópticos. Deben ser adecuados para medir los cambios en el espesor de la muestra con una sensibilidad de 0,002mm (0,0001") y la deformación con sensibilidad de 0,02mm (0,001").
- 4.1.10 Estufa u Horno de secado. Capaz de mantenerse a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- 4.1.11 Recipientes para muestras de humedad.
- 4.1.12 Equipo para el remoldeo o compactación de probetas.
- 4.1.13 Misceláneos. Incluyen: cronómetro, sierra de alambre, espátula, cuchillos, enrasadores, agua destilada y demás elementos necesarios.

## 5.0 MUESTRA

### 5.1 Preparación del espécimen.

- 5.1.1 Si se usa una muestra inalterada, debe ser suficientemente grande para proveer un mínimo de tres muestras idénticas.

Las muestras inalteradas deberán ser preservadas y transportadas como se detalla para las muestras de los grupos C o D según Práctica MTC E 104.

- 5.1.2 La preparación de la muestra debe efectuarse de tal manera que la pérdida de humedad sea insignificante.
- 5.1.3 La muestra se talla sobre medida para las dimensiones del dispositivo de corte directo.
- 5.1.4 Para muestras inalteradas de suelos sensibles, debe tenerse extremo cuidado al labrar las muestras, para evitar la alteración de su estructura natural.

**Nota 1.** Un cuarto de elevada humedad sería conveniente para este propósito.

- 5.1.5 Se determina el peso inicial de la muestra para el cálculo posterior del contenido inicial de humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.
- 5.1.6 Si se utilizan muestras de suelos compactados, la compactación debe hacerse con las condiciones de humedad y peso unitario deseados. Se puede efectuar directamente en el dispositivo de corte, en un molde de dimensiones iguales a las del dispositivo de corte o en un molde mayor para

recortarias de acuerdo con el numeral 5.2.3 de este ensayo. El pisón utilizado para compactar el material deberá tener un área de contacto con el suelo igual ó menor aun medio del área del molde.

El material requerido para el espécimen será mezclado con suficiente agua para producir el contenido de humedad deseado. Se debe permitir al espécimen permanecer listo antes de la compactación, de acuerdo a la guía siguiente:

Clasificación D2487	Tiempo mínimo de reposo (h)
SW, SP	No requiere
SM	3
SC, ML, CL	18
MH, CH	36

- 5.1.7 El diámetro mínimo de las muestras circulares o el ancho mínimo para muestras rectangulares debe ser alrededor de 50mm (2").
- Para minimizar las alteraciones causadas por el muestreo, el diámetro de las muestras obtenidas de tubos saca muestras debe ser, por lo menos, 5mm (1/5") menor que el diámetro del tubo.
- 5.1.8 El espesor mínimo de la muestra de ensayo, debe ser alrededor de 12 mm (1/2"), pero no menor de un sexto el tamaño máximo de las partículas del suelo.
- 5.1.9 La relación mínima diámetro/espesor o ancho/espesor, según la muestra, debe ser 2:1.
- 5.1.10 Calibración.
- 5.1.11 Se ensambla el dispositivo de corte directo (sencillo) con un disco metálico de calibración, de espesor igual al de la muestra de ensayo deseada y alrededor de 5mm (1/5 ") menor en diámetro.
- 5.1.12 El dispositivo de corte doble, requiere dos discos de calibración.
- 5.1.13 Se aplica la fuerza normal igual a la fuerza que se va a utilizar en el ensayo y se coloca el indicador de desplazamiento normal. Se ajusta este indicador de tal manera que pueda usarse para medir tanto lecturas de consolidación como de expansión.
- 5.1.14 Se registra la lectura del indicador de deformación normal, como una futura referencia para determinar, tanto el espesor de la muestra de ensayo, como la deformación desarrollada por el conjunto.
- 5.1.15 Luego, se retira el disco de calibración. Se puede aceptar cualquier otro método que permita la calibración exacta del aparato.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 Ensamblaje de la caja de corte
- 6.1.1 Especímenes inalterado.- Colocar las piedras porosas húmedas sobre los extremos expuestos de la muestra en la caja de corte; colocar la caja de corte conteniendo la muestra inalterada y piedras porosas en el soporte de la caja de corte y fijar la misma.
- 6.1.2 Especímen compactado.- Colocar la caja de corte conteniendo la muestra compactada y piedras porosas insertadas en la base de la caja de corte y sujeto a la caja de corte.
- 6.2 Ejecución del Ensayo:
- 6.2.1 Se ensambla la caja de corte con los marcos alineados y se bloquea. Se aplica una capa de grasa entre los marcos para lograr impermeabilidad durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte. Pueden también usarse espaciadores o superficies recubiertas con tetrafluoretileno-fluoruro carbono, para reducir la fricción durante el corte.
- 6.2.2 Se introduce la muestra de ensayo con sumo cuidado. Se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra y luego se determina el espesor inicial. La costumbre de humedecer las piedras porosas antes de la colocación y aplicación de la fuerza normal sobre las muestras, dependerá del tipo de problema





PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

en estudio. Para muestras inalteradas obtenidas bajo el nivel freático, deben humedecerse las piedras.

Para suelos expansivos se debe efectuar el humedecimiento después de la aplicación de la fuerza normal, para evitar expansiones que no son representativas de las condiciones de campo.

- 6.2.3 Se debe permitir una consolidación inicial de la muestra bajo una fuerza normal adecuada. Después de aplicar la fuerza normal predeterminada, se llena el depósito de agua hasta un nivel por encima de la muestra, permitiendo el drenaje y una nueva consolidación de la misma. El nivel del agua se debe mantener durante la consolidación y en las fases siguientes de corte de tal manera que la muestra esté saturada en todo momento.
- 6.2.4 La fuerza normal que se aplique a cada una de las muestras depende de la información requerida. Un solo incremento de ella puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. El primer incremento dependerá de la resistencia y de la sensibilidad del suelo. En general, esta fuerza no debe ser tan grande que haga fluir el material constitutivo de la muestra por fuera del dispositivo de corte.
- 6.2.5 Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza.
- 6.2.6 Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada.
- 6.2.7 Se representan gráficamente las lecturas de la deformación normal contra el tiempo.
- 6.2.8 Corte de la muestra. Luego de terminada la consolidación se deben soltar los marcos separándolos aproximadamente 0,25mm (0,01"), para permitir el corte de la muestra.

Se debe aplicar la fuerza de corte lentamente para permitir la disipación completa del exceso de presión de poros.

Para determinar la velocidad de aplicación de la carga hasta la falla, se puede emplear la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo para falla} = 50_{t50}$$

Donde:

$$50_{t50} = \text{Tiempo requerido por la muestra para lograr el 50\% de consolidación bajo la fuerza normal.}$$

En el ensayo con control de deformaciones, la velocidad de aplicación de cargas puede determinarse, aproximadamente, dividiendo la deformación estimada de corte, durante el esfuerzo máximo de corte, por el tiempo calculado para la falla.

Se continúa el ensayo hasta que el esfuerzo de corte sea constante, o hasta que se logre una deformación del 10% del diámetro o de la longitud original.

En el ensayo con control de esfuerzos, se comienza con incrementos de la fuerza de corte de aproximadamente un 10 % de la máxima estimada.

Antes de aplicar un nuevo incremento, se permitirá por lo menos un 95 % de consolidación bajo el incremento anterior.

Cuando se ha aplicado del 50% al 70% de la fuerza de falla estimada, los nuevos incrementos serán de la mitad del valor de los aplicados hasta ese momento, o sea el 5% de la máxima fuerza de corte.

En la proximidad de la falla, los incrementos de la fuerza pueden ser iguales a un cuarto del incremento inicial (2,5 % de la fuerza normal de corte estimada).

# **PANEL FOTOGRAFICO**

# FOTOS DE MI ZONA DE ESTUDIO

Gráfico N° 01: esta vivienda de 2 pisos se encuentra casi en su totalidad asentada, está ubicada a la entrada del asentamiento Humano Magdalena Nueva



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 02: esta vivienda se encuentra en todo el centro del asentamiento humano Magdalena nueva podemos ver que este que sus muros están dañados y asentados



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 03: este es la espalda del colegio ubicado en dicha zona, cómo podemos observar a sufrido asentamiento y tuvieron que construir una escalera para poder entrar a sus viviendas



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 04: esta vivienda de 2 pisos se encuentra casi en su totalidad asentada, dañada por el salitre y la humedad que hay en dicha zona.



Fuente: Elaboración Propia

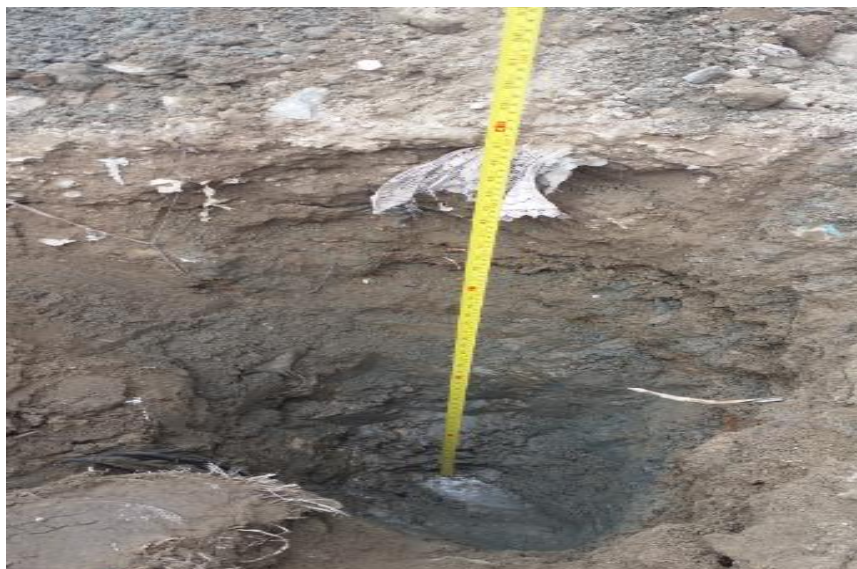
# CALICATAS REALIZADAS

Gráfico N° 05: Calicata: C - 1



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 06: Calicata: C - 1



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 07: Calicata: C - 2



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 08: Calicata: C - 2



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 09: Calicata: C - 3



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 10: Calicata: C - 3



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 11: Calicata: C - 4



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 12: Calicata: C - 4



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 13: Calicata: C - 5



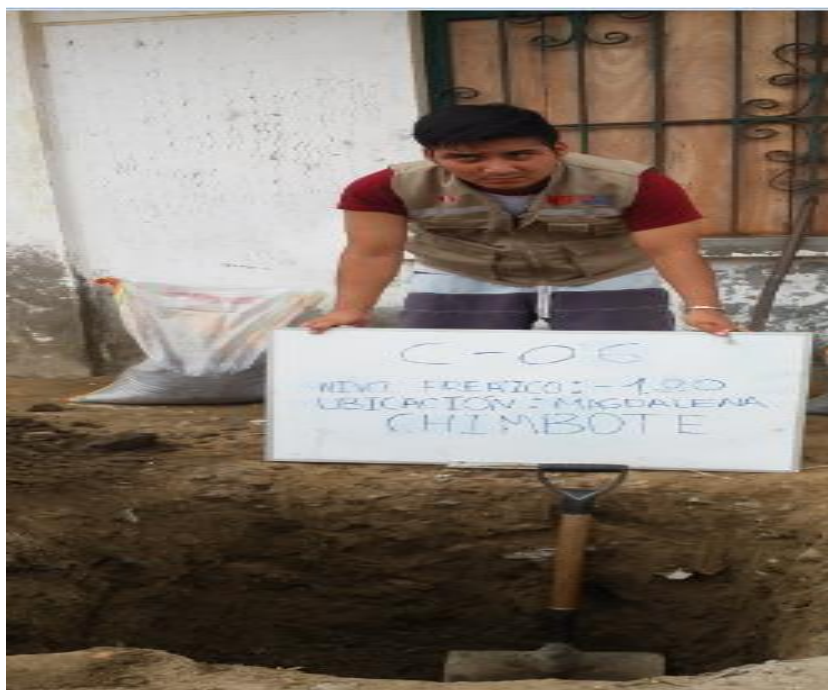
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 14: Calicata: C - 5



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 15: Calicata: C – 6



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 16: Calicata: C – 6



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 17: Calicata: C – 7



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 18: Calicata: C – 7



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 19: Calicata: C – 8



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 20: Calicata: C – 8



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 21: Calicata: C – 9



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 22: Calicata: C – 9



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 23: Calicata: C – 10



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 24: Calicata: C – 10



Fuente: Elaboración Propia



# ENSAYOS EN LABORATORIO

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Gráfico N° 25: Se tuvo que pesar 1kg de todas las muestras para el tamizado



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 26: Control de lectura de todas las mallas retenidas en los tamizados



Fuente: Elaboración Propia



## ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO

Gráfico N° 27: Pasando la ranura antes de realizar los golpes



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 28: Se realizo los golpes hasta que el espacio se juntara



Fuente: Elaboración Propia

## ENSAYO DE LIMITE PLASTICO

Gráfico N° 29: Se tuvo que moldear en forma de un cilindro de 3mm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 30: Se tuvo que ver la deformidad del suelo



Fuente: Elaboración Propia

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Gráfico N° 31: Para la preparación del proctor modificado se agregó el % de cemento requerido en la proporción de agua respecto al cemento buscando su trabajabilidad.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 32: Se tuvo que medir las 5 capas compactadas



Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 33: Se soltó hasta el tope de la altura del pisón



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 34: Se enraso el material para su respectivo pesado



Fuente: Elaboración Propia

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Gráfico N° 35: Se tamizo la muestra con malla N° 40 para poder ser trabajado



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 36: Se colocó la muestra en el molde, antes de eso se puso papel filtro



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 37: Se enraso la muestra para luego ser tapado y colocado en la máquina de corte



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 38: Para la elaboración de los ensayos se utilizó en cemento tipo V



Fuente: Elaboración Propia

# **ESTUDIO DE SUELOS**





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ESTUDIO DE SUELOS

### PROYECTO DE INVESTIGACION

**“Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación  
mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento  
Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017”**



#### SOLICITANTE:

CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

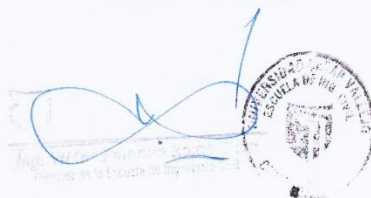
#### UBICACIÓN:

DISTRITO : CHIMBOTE

PROVINCIA : SANTA

REGIÓN : ANCASH

CHIMBOTE, ABRIL DEL 2017



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## INDICE

1.0.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	3
1.1 GENERALIDADES.....	3
1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO.....	4
1.3. PLAN DE TRABAJO.....	5
2.0.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	7
2.1 CLIMA Y TEMPERATURA.....	9
3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO.....	10
4.0.- GEOLOGIA REGIONAL.....	14
4.1.- GEOLOGIA LOCAL.....	13
4.2.- TECTONISMO.....	15
5.0.- TRABAJOS DE CAMPO.....	15
6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO.....	16
7.0.- ENSAYOS ESTANDAR.....	17
8.0.-CLASIFICACION DE SUELOS.....	17
9.0.-CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION.....	17
10.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION.....	18
11.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES.....	18
12.- DATOS GENERALES DE LA ZONA.....	19
13.- EFECTO DE SISMO.....	21
14.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.....	25
15.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME TECNICO

### 1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

#### 1.1. - GENERALIDADES

##### Objetivos

El objetivo principal del presente estudio de investigación consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco de la mejora del Estudio Definitivo del Proyecto de investigación "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017"

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas en las áreas donde se emplazará el proyecto de investigación, con el propósito de estimar su comportamiento así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas, capacidad portante admisible, asentamientos diferenciales y las recomendaciones necesarias.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- ✓ Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- ✓ Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.
- ✓ Interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería I



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 3



- ✓ Elaboración de los perfiles estratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- ✓ Elaboración de las recomendaciones técnicas y tipo de edificación.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.

## 1.2.- Metodología y plan de trabajo

### Metodología

El conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

#### a) Fase preliminar

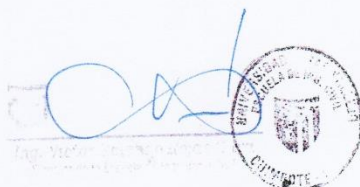
Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de quince días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

#### b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.

Clasificación visual manual de las muestras. Se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades







## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos

Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

### c) Fase de gabinete

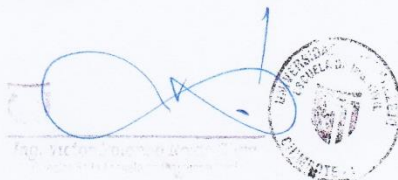
Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse) y los parámetros físicos de suelo con fines de cimentación.
- Recomendaciones técnicas y diseño estructural de cimentación, consideraciones constructivas y sismo resistentes de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

### 1.3.- Plan de trabajo

#### a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 5





## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

- La definición del área del estudio.
- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.

Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:

- Frente de excavación de calicatas.
- Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad.

El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia en campo del técnico.

### b) Programa de actividades y recursos logísticos

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

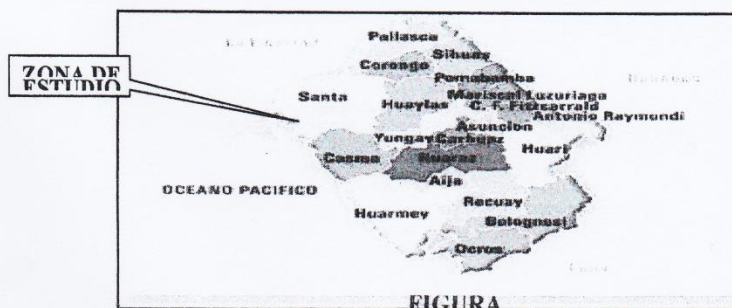
pág. 6



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### 2.0.- Ubicación del área de estudio

El presente proyecto de investigación se ejecutará en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva perteneciente al Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto de investigación es "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017"



FIGURA

Nº 01: Mapa provincial del departamento de Ancash. La zona en estudio se encuentra en la Provincia de Santa.

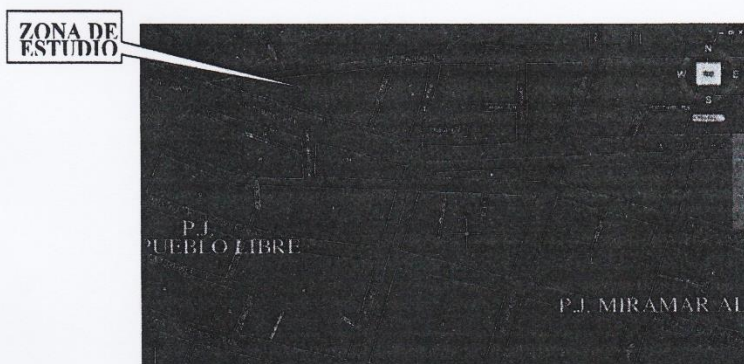


FIGURA Nº 02: La zona en estudio se encuentra Asentamiento Humano Magdalena Nueva

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

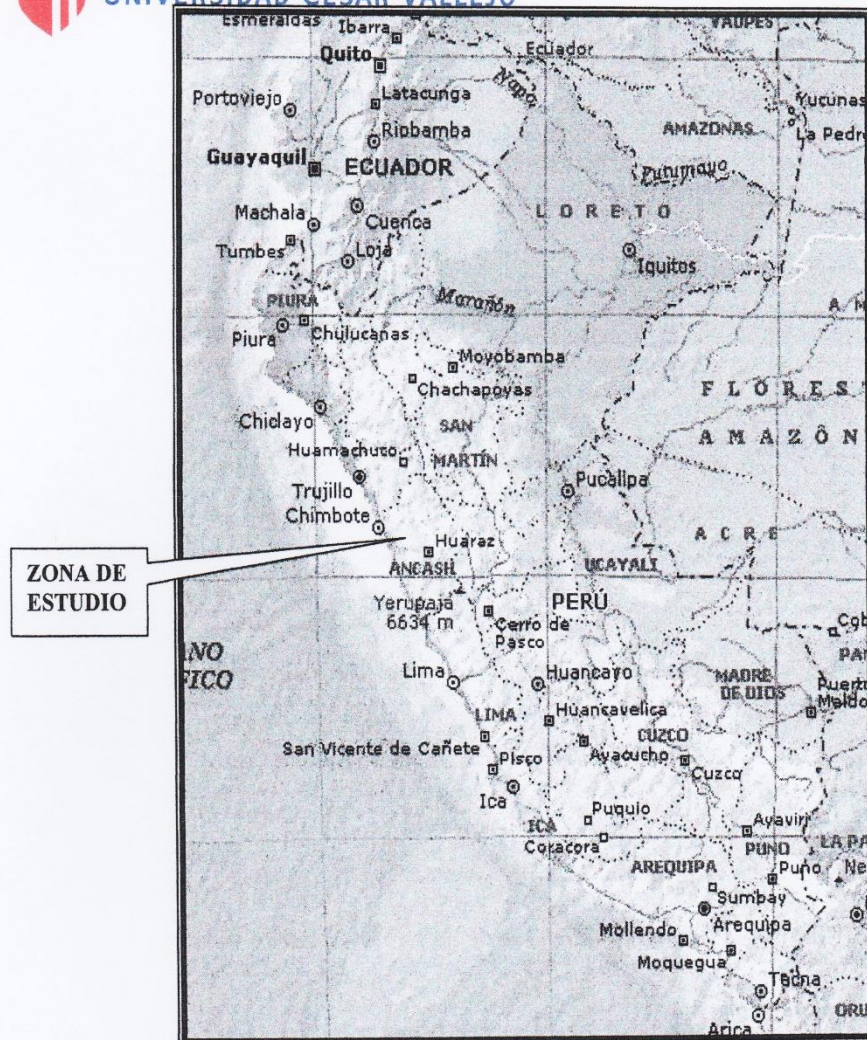
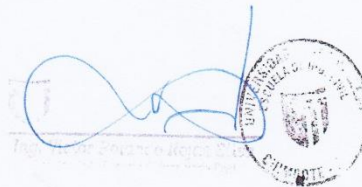


FIGURA N° 03: Mapa del Perú. La zona en estudio se encuentra en la Ciudad de Chimbote, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 8



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.1.- CLIMA Y TEMPERATURA:

La Ciudad de Chimbote presenta un clima moderado. Las temperaturas en el área varían entre 23°C a 26°C en promedio durante los meses de verano (Noviembre a Abril) y a una temperatura promedio mínima de 16 °C durante los meses de invierno (Mayo a Octubre). El promedio de temperatura en verano es de 25°C y el promedio en invierno es de 18°C.

### PRECIPITACION:

Muy raras veces llueve en la región y se sabe de décadas que transcurren sin ella. El régimen de lluvias en la cuenca es relativamente homogéneo, conteniendo en el año dos épocas definidas, una humedad correspondiente a los meses de verano y otra seca ocurriendo básicamente en los meses restantes se pueden considerar como transición entre estas épocas. Se ha observado que el mes de máximas precipitaciones en todas las estaciones analizadas es el mes de marzo y el de mínimas precipitaciones es el mes de julio.

### HUMEDAD ATMOSFÉRICA:

Como es normal para las zonas costeras, se considera que la ciudad de Chimbote está en una zona húmeda. El vapor de agua desempeña un rol importante en la evolución de los fenómenos atmosféricos y en las características fundamentales del clima. Una de las formas de expresar el contenido de vapor de agua del aire es por medio de la humedad relativa en las cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en Chimbote. La humedad relativa media mensual histórica es de 73% Se dispone de información de horas de sol en las estaciones del Puerto de Chimbote y Rinconada en las cuales se establece que el promedio de horas de brillo solar varía de 7 a 9 horas en los meses de verano y en los meses de invierno varía de 5 a 7 horas.



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 9





### 3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

#### 3.1. GEOMORFOLOGIA

##### 3.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES

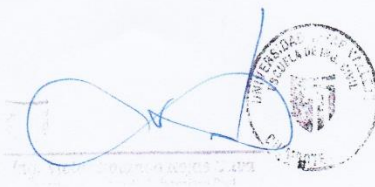
Dentro de los principales que han dado origen a las geoformas actuales, se tiene el agua y el viento como los que han jugado un papel muy importante. Las intensas lluvias que se producen en la región costanera después de largos periodos de sequía, origina grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

##### 3.1.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Las unidades geomorfológicas mayores son la faja costanera, los valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la cordillera occidental, dentro de las cuales se pueden identificar en la zona las siguientes unidades menores.

Cuadrángulo de Chimbote, los afloramientos de gabros y rocas asociados se encuentran en la Isla Blanca, cerró señal Taricay y cerro Tambo. Los afloramientos de gabros tienen coloraciones oscuras que se diferencian de las rocas adyacentes por su mayor resistencia a la erosión. En algunos casos tienen morfología resaltante, como el caso del Cerro Tortugas, Cerro Prieto, Cerro Samanco, etc.

Los componentes intrusivos iniciales del Batolito de la costa Varían en un rango desde gabro a diorita, según sus características petrognificas se han separado en los mapas geológicos respectivos cuerpos de gabro, diorita, microdiorita a diabla y un complejo de diques, cada uno de ellos tiene una forma y distribución espacial.





El lado Oeste del Batolito está compuesto por un complejo muy variado de tonalita acida. Las características petrográfica y de campo de este complejo son muy similares a las del complejo de la región Chancay – Huaura (Cobbing yPitcher, 1972). Ya que el complejo de la tonalita acida de la región de Casma representa claramente la continuación hacia el norte, del Complejo Tonalita Santa Rosa de Cobbing y Pitcher; Child R. (1976) prefiere mantener el nombre y sin embargo cambia la denominación de "Complejo" por la de "Super Unidad"

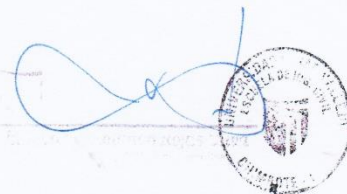
La súper unidad Santa Rosa es la más amplia de las unidades intrusivas que forman el Batolito cubriendo aproximadamente el 60 % del área total, correspondiente a las rocas intrusivas. Aflora en una extensa franja que va desde Chimbote en el Norte, hasta la quebrada Berna Puquio en el Sur (Culebras) y se prolonga más hacia el Sur a los Cuadrángulos adyacentes

### **3.2.1. DEPOSITOS CUATERNARIOS**

La evidencia del levantamiento y erosión de la región se sustenta en la presencia de terrazas marinas levantadas, depósitos marinos recientes, terrazas aluviales levantadas, depósitos aluviales recientes, depósitos eólicos estabilizados y acumulaciones eólicas en actividad, etc. Todos estos depósitos fluvio-aluviales depósitos residuales y aun los deslizamientos constituyen la cobertura del material reciente que recubren gran parte del área de estudio y por simplificación de le ha agrupado como depósitos marinos, eólicos y aluviales.

### **3.2.2. DEPOSITOS MARINOS**

Se encuentran distribuidos a lo largo del litoral, especialmente en las bahías y efitrantes; consiste de arenas semiconsolidadas con estratificación sesgada, cuyos componentes son cuarzo de 1 a 3 milímetros, granos oscuros de rocas volcánicas finas en algunos casos con fragmentos de conchas en una matriz de arena gruesa.





## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Los remanentes de depósitos marinos levantados en general se inclinan suavemente hacia el Oeste.

### 3.2.3. DEPOSITOS EOLICOS

Se pueden distinguir dos tipos de arenas eólicas; los montículos de arenas eólicas; los montículos de arena estabilizadas y depósitos de arena en movimiento o continua evolución.

Las arenas estabilizadas se observan al Este de la ciudad de Chimbote, al Sur de Samanco, etc.

Los procesos eólicos trabajan rápidamente las arenas y cubren los depósitos de playas, estos últimos representan la fuente principal del material eólico que se transporta hacia el continente, El avance continuo de las arenas ha definido cuerpos alargados, longitudinales conocidos como médanos que avanzan hacia el continente sobre yaciendo a rocas cretáceas.

### 3.2.4 DEPOSITOS ALUVIALES

Como se observa en los mapas geológicos los depósitos aluviales son más abundantes en el cuadrángulo de Casma, en estrecha relación con la mayor extensión de rocas plutónicas, las cuales son más fácilmente erosionables, originando depósitos arenosos gruesos y limo arcillas.

En los depósitos aluviales se incluyen la terrazas los rellenos de quebradas y valles, así como los depósitos recientes que constituyen las pampas o llanuras aluviales, las terrazas están formadas por gravas arenas y limos que en algunos casos sobreyacen directamente al basamento rocosos, en otros casos constituyen una secuencia gruesa de depósitos aluviales mal seleccionados con clastos de litologías diversas.

En general los depósitos aluviales son más gruesos a heterogéneos hacia el Este, en cambio hacia el Oeste son de fragmentometría más fina y características más homogéneas, por lo que son explotados como agregados y material de construcción.

### GEOLOGÍA GENERAL:

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 12



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

Unidad de playas.

Unidad de pantano.

Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.

Unidad de colinas.

Unidad de dunas.

### c) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

### d) Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar.

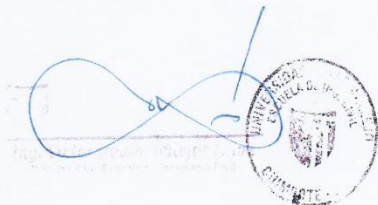
En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

### e) Unidad de depósitos aluviales del río Lacramarca

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Lacramarca en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Chimbote hasta Nuevo Chimbote.

Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río Lacramarca, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 13





## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0,00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).

### f) Unidad de colinas

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en el reservorio R-III y alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

### g) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

## 4.0.- GEOLOGÍA REGIONAL:

Geológicamente, a nivel regional se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

### a) Cretáceo.-

#### Grupo Casma

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilítico, cloritización y silicificación incipiente. En la ciudad de Chimbote el volcánico se encuentra expuesto principalmente en el extremo norte por los cerros Chimbote y Tambo Real, y en el extremo Sur-Este por los cerros Península y División.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 14



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

La edad de los depósitos anteriores ha sido ubicada a fines del periodo jurásico y creático superior.

### b) Intrusivos.-

Este segundo tipo de afloramiento existente en la zona se encuentra representado por formaciones de granodiorita, cuya coloración oscila entre gris oscuro y gris claro, su grano varía entre medio y grueso; teniendo su mejor exposición en el lado Este de la ciudad, en las colinas de las Pampas de Chimbote.

### c) Cuaternario.-

Son los más predominantes en el área de estudio, formada por extensos depósitos la arena eólica, formando muchas veces colinas de poca elevación. Se nota la presencia de materiales aluvionales y fluviales formando depósitos a lo largo del lecho antiguo del Río Lacramarca, así como en el extremo Norte de la ciudad, conocidos como Cascajal, La Mora, etc. y están constituidos principalmente por los siguientes depósitos:

## 4.2.- Tectonismo

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

## 5.0.- Trabajo de campo

### **Calicata.**

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico se realizó la apertura de una calicata a cielo abierto de aproximadamente 1.10 mts. De profundidad, el promedio de mis 10

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 15





## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

calicatas dentro del Sector, denominándola como C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C.7, C-8, C-9, C-10 la cual se ubican en el área de estudio, la ubicación de dichas calicatas se muestra en el croquis adjunto.

El plano mostrando la ubicación de los sondeos efectuados, se presenta en el Anexo.

- La relación resumida de las prospecciones realizadas así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo.

**5.1.- Muestreo:** se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

### Registro de sondaje

Paralelamente al avance de las excavaciones de los sondeos, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D2488, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tales como; espesor tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad etc.

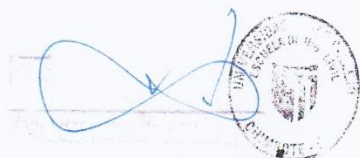
Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

### 6.0.- Ensayos de laboratorio.-

#### Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Con las muestras alteradas obtenidas de los sondeos realizados, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 10 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 10 ensayos de límite líquido y 10 límite plástico, 40 ensayos de proctor modificado, 01 ensayo de corte directo, Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de Universidad Cesar Vallejo, han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 16



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las

Norma Peruana E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

**7.0.- ENSAYOS ESTADAR:** con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

1. Análisis Granulométrico. ASTM D 422
2. Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
3. Límites de Consistencia. ASTM D 4318
4. Proctor Modificado. ASTM D 1557
5. Corte Directo. ASTM D 3080
6. Manual visual según ASTM D2488
7. Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487

### 8.0.- CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Official (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

### 9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION.-



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 17



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizados, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A-2-4(0) y tipo A1-b-(0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- |                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| -Permeabilidad                    | - Alta |
| - Expansión                       | - Baja |
| - Valor como terreno de fundación | - Malo |
| - Característica de Drenaje       | - Malo |

### 10.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio

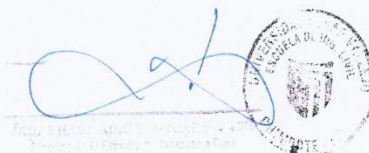
INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSION
0 -15	BAJO
15 -35	MEDIO
35 – 55	ALTO
>55	MUY ALTO

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos poco o nada expansibles.

### 11.00.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES

- En el área del proyecto de investigación no se ha podido verificar otros estudios

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 18





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

similares al presente.

✓ **De las cimentaciones adyacentes**

- Se ha verificado que la mayoría de las edificaciones adyacentes son de material noble de 01 piso a 03 pisos. Por la ubicación de las obras previstas en el proyecto, las edificaciones adyacentes no afectaran a las edificaciones a realizarse.

**12.00.- DATOS GENERALES DE LA ZONA.**

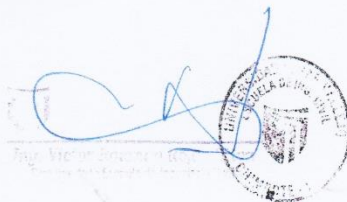
**a) Geodinámica Externa.** – Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 4 cuyo factor es  $Z = 0.45$ , el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a  $9.4^\circ$  Latitud Sur y  $79.3^\circ$  Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de  $0.24g$ . La magnitud calculada fue de  $7.5^\circ$  en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó  $7.8^\circ$  en la escala de Richter.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

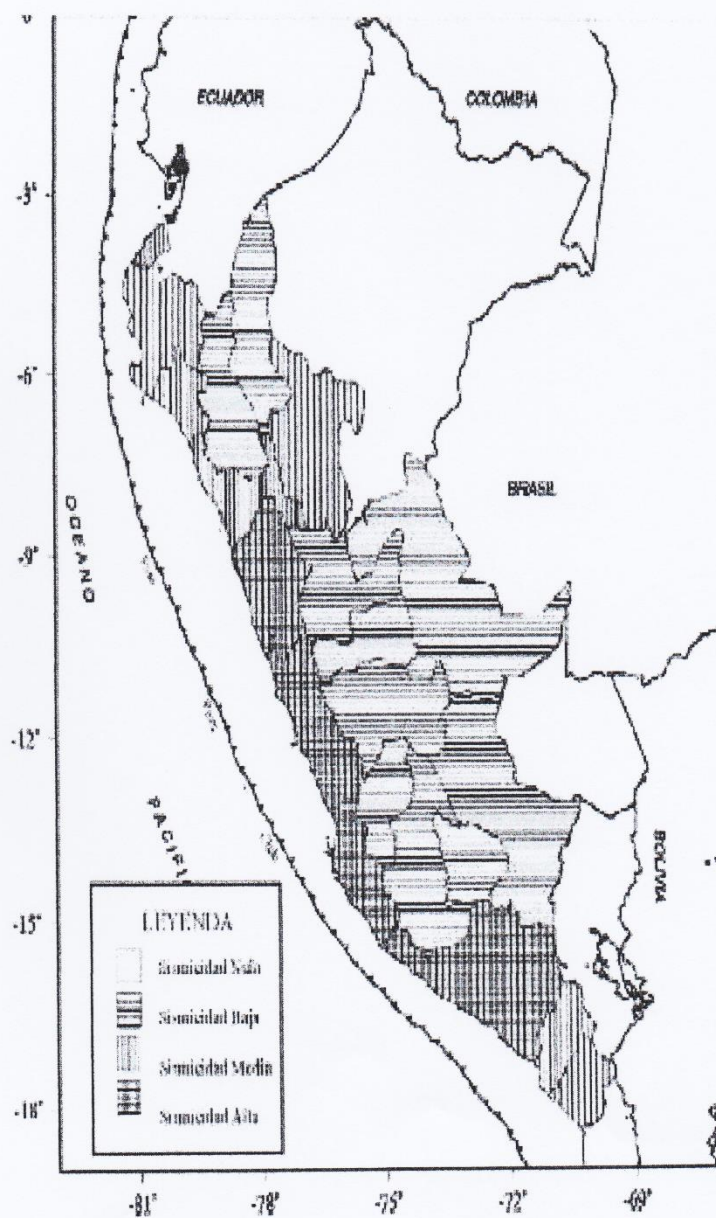
**Fuente:** Norma Técnica E.030 "Diseño Sismo resistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2016.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 19



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 20





**b) terrenos colindantes.-** Adyacentes al terreno se encuentran viviendas y construcciones de la población

### 13.00- EFECTO DE SISMO

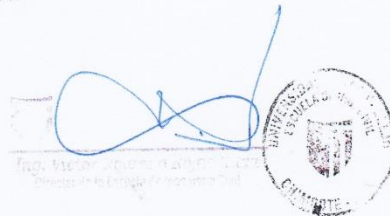
La zona de estudio corresponde al distrito de Chimbote en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú. Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} . P$$

- ✓ Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena limosa el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de  $S=1.1$ , para un periodo predominante de  $T_p=1.0$  s, y Z es el factor de la zona 4 resultando  $Z=0.45g$ .

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de  $0.42g$ , y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es  $0.21$ .

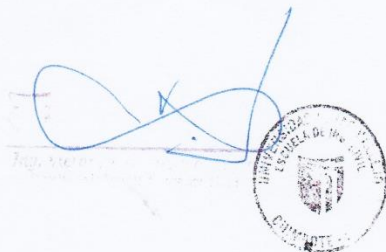




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

pág. 22

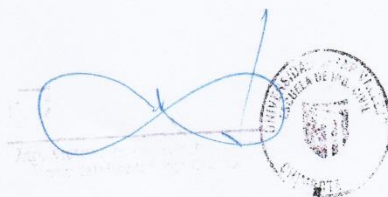


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 23



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

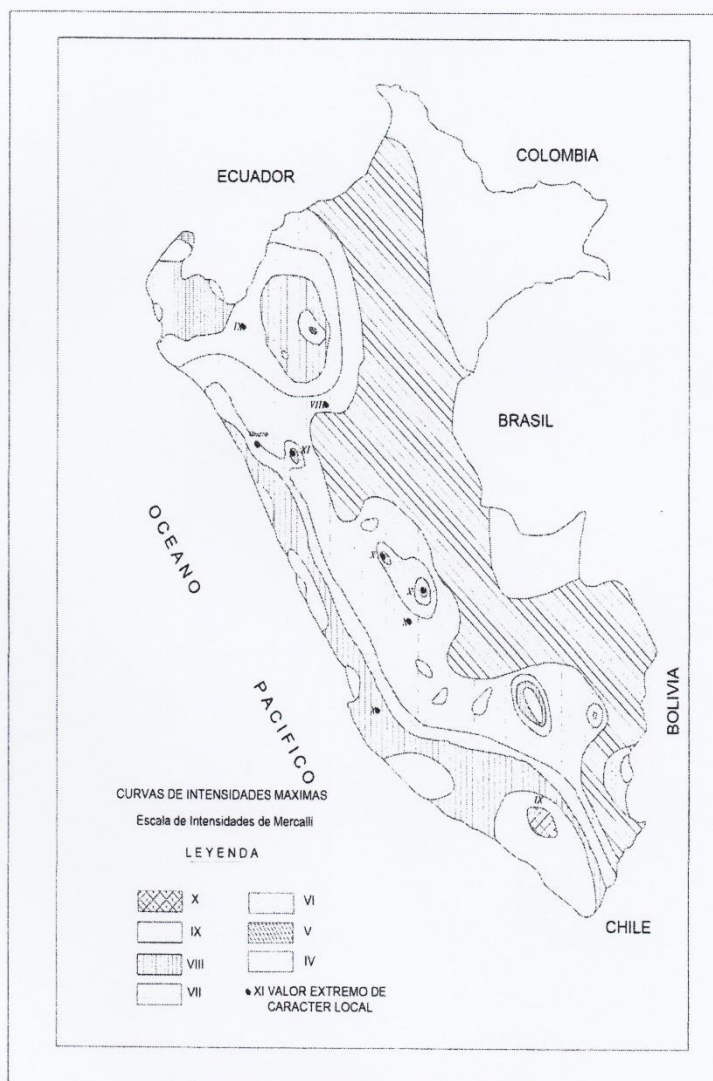
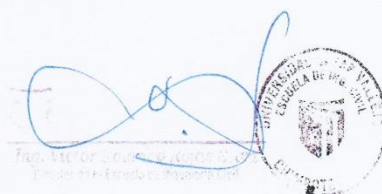


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al,

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 24





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
1984).

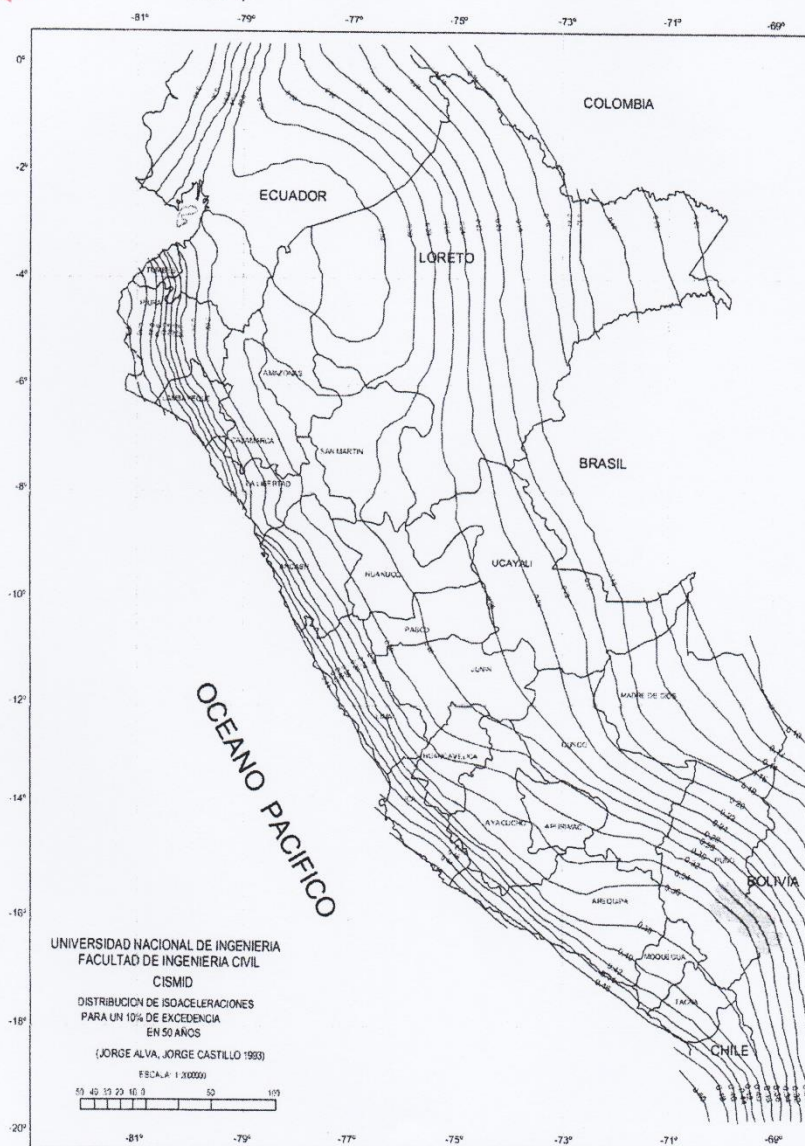
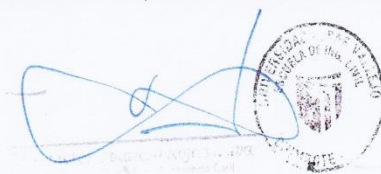


FIGURA N°3: Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Periodo de Retorno

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 25





#### 14.00 - DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

**La calicata N° 01**, Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.15 m; Está conformado por una capa de 0.60 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M1) de 0.90 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 02**, Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.00 m; Está conformado por una capa de 0.70 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M2) de 0.80 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 03**, Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 0.96 m; Está conformado por una capa de 0.50 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M3) de 1.00 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**La calicata N° 04,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.10 m; Está conformado por una capa de 0.60 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M4) de 0.90 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 05,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.30 m; Está conformado por una capa de 0.70 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M5) de 0.80 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 06,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.20 m; Está conformado por una capa de 0.65 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M6) de 0.85 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 07,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.25 m; Está conformado por una capa de 0.55 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M7) de 0.95 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**

pág. 27



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


redondeados y sub redondeados, con presencia de finos plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 08,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.10 m; Está conformado por una capa de 0.70 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M8) de 0.80 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 09,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.05 m; Está conformado por una capa de 0.50 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M9) de 1.00 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

**La calicata N° 10,** Tiene una profundidad de 1.50 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.15 m; Está conformado por una capa de 0.60 m de material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato (M10) de 0.90 m de espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, condición in situ: poco saturado y en estado suelto.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

pág. 28





#### 15.0- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El suelo del área en estudio está conformado por material de relleno no calificado tipo desmonte (mezcla de arenas, bolsas costales, trapos vidrios palos, restos de concreto pedazos de ladrillos, etc.), seguido de un estrato a determinadas alturas de cada calicata, el espesor de material arena mal graduada de color gris claro sus granos son redondeados y sub redondeados, con presencia de finos no plásticos, plásticos condición in situ: saturado y en estado suelto.
- La napa freática se ha localizado a una profundidad promedio de la 10 calicatas de 1.13 m.
- El perfil geotécnico descrito precedentemente se considera de baja calidad mecánica en general, las arenas mal gradadas de granos redondeado y sub redondeado con poca presencia de finos plásticos, situados en la zona de estudio cuando están sumergidas son proclives a experimentar asientos diferenciales de importancia, son muy susceptibles a los fenómenos telúricos que provocarían su densificación y podría reducirse a cero su resistencia al corte (licuefacción).
- La capacidad portante para las calicatas realizadas tenemos:
  - ✓ Calicata C-4 Suelo Patrón Natural
    - Por carga admisible : 0.56 kg/cm<sup>2</sup>
    - Por asentamiento : 0.545 cm.

  
Ing. Victor Rolando Rojas  
Director de la Escuela de Ingeniería



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

pág. 29



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

✓ Calicata C-4 Mesclando Cemento Diluido 6%

Por carga admisible : 1.13 kg/cm<sup>2</sup>

Por asentamiento : 0.768 cm.

✓ Calicata C-4 Mesclando Cemento Diluido 10%

Por carga admisible : 1.28 kg/cm<sup>2</sup>

Por asentamiento : 0.860 cm.

✓ Calicata C-4 Mesclando Cemento Diluido 14%

Por carga admisible : 1.02 kg/cm<sup>2</sup>

Por asentamiento : 0.741 cm.

**ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN PARA EDIFICACION HASTA 03 NIVELES.**

- La capacidad portante para los cálculos será tomada de la muestra más crítica de las calicatas realizadas de su proctor modificado, la profundidad de la calicata fue de 1.50 m, medido a partir del nivel de terreno natural, cuyo valor de capacidad portante del suelo natural es de: 0.56 Kg/cm<sup>2</sup>. Por qué de acuerdo a los cálculos, a mayor profundidad de desplante de la cimentación mayor capacidad portante tiene el terreno.
- Se recomienda utilizar el tipo de cimentación superficial con zapatas conectadas, por el tipo de estructura proyectada y el terreno de cimentación encontrado.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

pág. 30





## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

- CAPA 01: Se recomienda hacer una mejora de suelo en la zona donde descansa las zapatas, la cual consiste en reemplazar el material de terreno natural por el mejorado

con cemento diluido al porcentaje optimo obtenido en laboratorio, impidiendo así el ascenso capilar hacia la superficie verificado su compactación por medio del ensayo proctor modificado en un espesor de 0.20 m. a partir de la profundidad de cimentación.

- CAPA 02: Consistente en hacer capas de 0.20 m del suelo mejorado, con un espesor de 1.20 m. que actuara como soporte para la cimentación superficial.
- Para el mejoramiento de suelo debe emplearse con cemento Portland Tipo V, ya que el área de estudio está ubicado cerca de la zona costera.
- De acuerdo al tipo de suelo encontrado conformado por suelos finos tipo arena mal gradada con presencia de finos de mediana plasticidad, en estado poco saturado y suelto, se recomienda usar entibados y apuntalado para la protección de las paredes y estructuras aledañas durante los trabajos de excavación.
- La evacuación del agua se realizara por medio de motobombas de 4" como mínimo, para que se pueda realizar los trabajos de excavación, esto por la existencia de nivel freático.
- Se deberá tener especial cuidado de no cimentar sobre material de relleno y siempre llegar a la zona de desplante.

  
  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería I

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**

pág. 31

# **RESULTADOS DE LABORATORIO**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 01

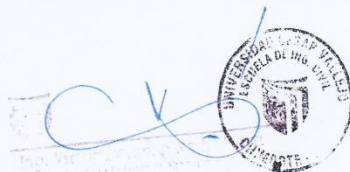
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	20.8	2.08
1/4	50.5	5.05
Nº 4	69.4	7.32
Nº 10	82.29	8.68
Nº 16	76.1	8.02
Nº 30	89.50	9.44
Nº 40	65.31	6.89
Nº 50	121.32	12.79
Nº 100	255.70	26.96
Nº 200	106.80	11.26
P Nº 200	28.38	2.99

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



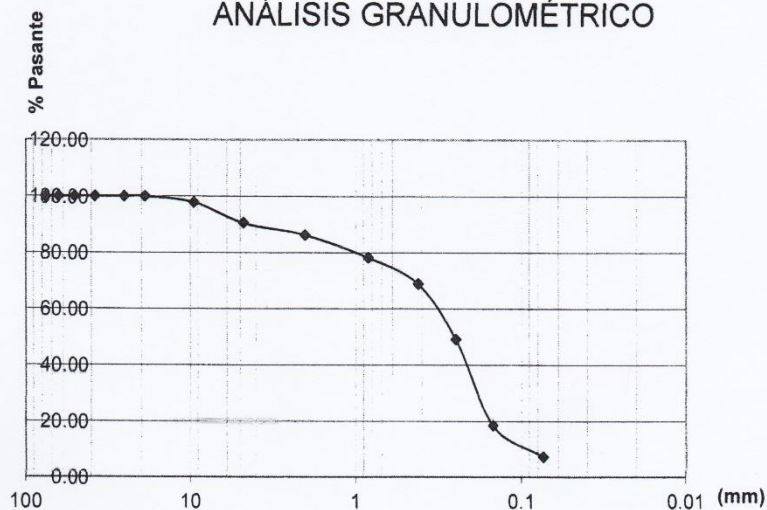
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 01

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



D10 = 0.12
D30 = 0.23
D60 = 0.62

Coeficiente de Uniformidad : 5.167
Coeficiente de Curvatura : 0.711

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

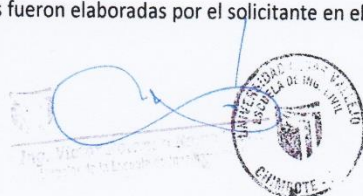
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 01

Grava(%)	13.40
Arena (%)	79.88
Finos(%)	6.72
Límite Líquido	18.51%
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	36.68
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 02

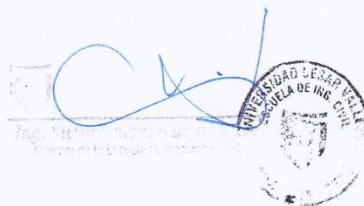
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	21.4	2.14
1/4	42.3	4.23
Nº 4	62.5	6.53
Nº 10	92.60	9.68
Nº 16	102.1	10.67
Nº 30	85.10	8.89
Nº 40	54.55	5.70
Nº 50	87.10	9.10
Nº 100	289.50	30.26
Nº 200	123.55	12.91
P Nº 200	39.30	4.11

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

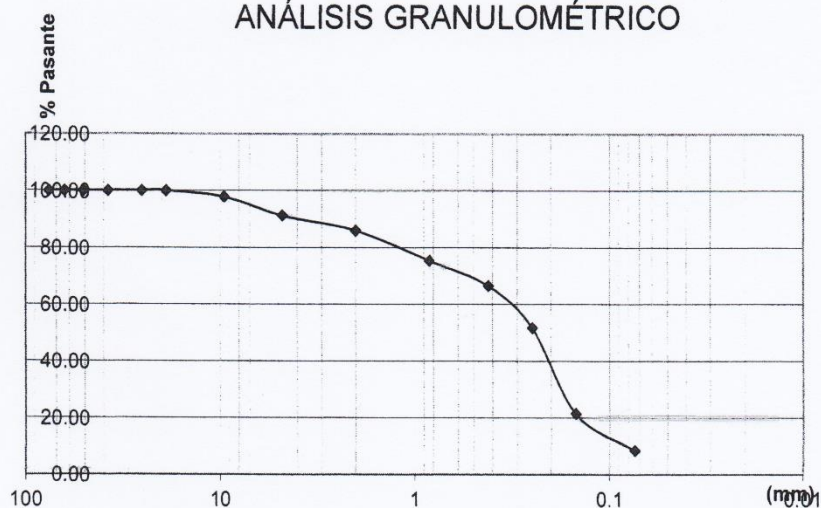
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 02

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



D10 =	0.11
D30 =	0.21
D60 =	0.64

Coeficiente de Uniformidad :	5.818
Coeficiente de Curvatura :	0.626

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

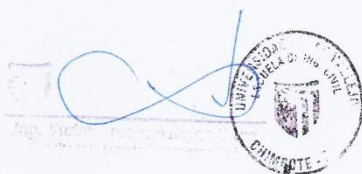
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 02

Grava(%)	12.62
Arena (%)	83.45
Finos(%)	3.93
Límite Líquido	24.63%
Límite Plástico	19.34%
Índice Plasticidad	5.29%
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	33.95
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	6

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS** : MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA** : CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO** : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR** : DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD** : MUESTRA C - 03

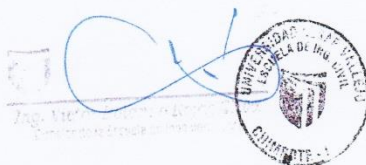
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	22.1	2.21
1/4	46.2	4.62
Nº 4	65.7	6.90
Nº 10	71.30	7.48
Nº 16	84.5	8.87
Nº 30	68.40	7.18
Nº 40	56.60	5.94
Nº 50	84.20	8.84
Nº 100	264.30	27.74
Nº 200	169.50	17.79
P Nº 200	67.20	7.05

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**





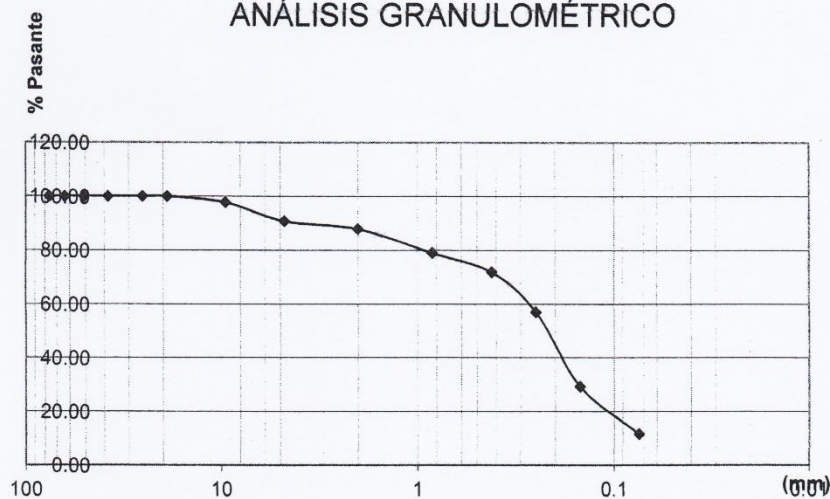
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 03

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



D10 = 0.085
D30 = 0.18
D60 = 0.47

Coefficiente de Uniformidad : 5.529
Coefficiente de Curvatura : 0.811

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

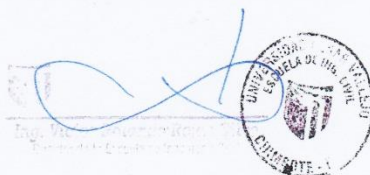
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 03

Grava(%)	13.40
Arena (%)	79.88
Finos(%)	6.72
Límite Líquido	18.51%
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	36.68
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 04

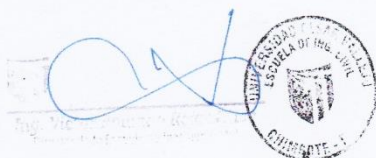
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	23.6	2.36
1/4	56	5.60
Nº 4	73.3	7.78
Nº 10	94.40	10.01
Nº 16	98.9	10.49
Nº 30	66.30	7.03
Nº 40	56.60	6.00
Nº 50	100.40	10.65
Nº 100	274.80	29.15
Nº 200	112.10	11.89
P Nº 200	43.60	4.63

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



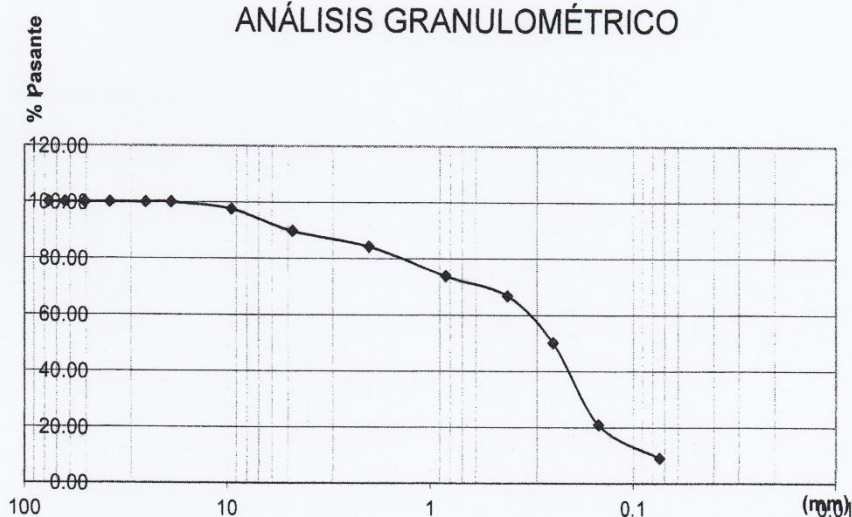
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 04

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



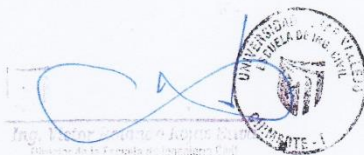
D10 = 0.11
D30 = 0.22
D60 = 0.72

Coeficiente de Uniformidad : 6.545
Coeficiente de Curvatura : 0.611

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

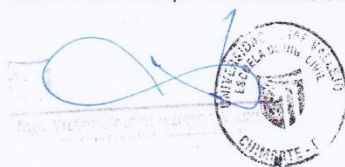
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 04

Grava(%)	15.29
Arena (%)	80.31
Finos(%)	4.40
Límite Líquido	16.10%
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A- 2 - 4(0)
Contenido de Humedad	37.26
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	5

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 05

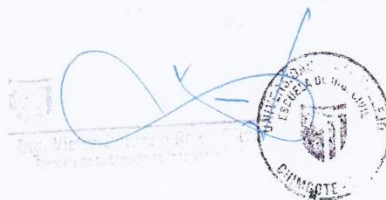
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	7.6	0.76
1/4	32.4	3.24
Nº 4	34.1	3.53
Nº 10	34.4	3.56
Nº 16	102	10.54
Nº 30	93.1	9.62
Nº 40	72.2	7.46
Nº 50	85	8.79
Nº 100	271.3	28.05
Nº 200	200.2	20.70
P Nº 200	67.7	7.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





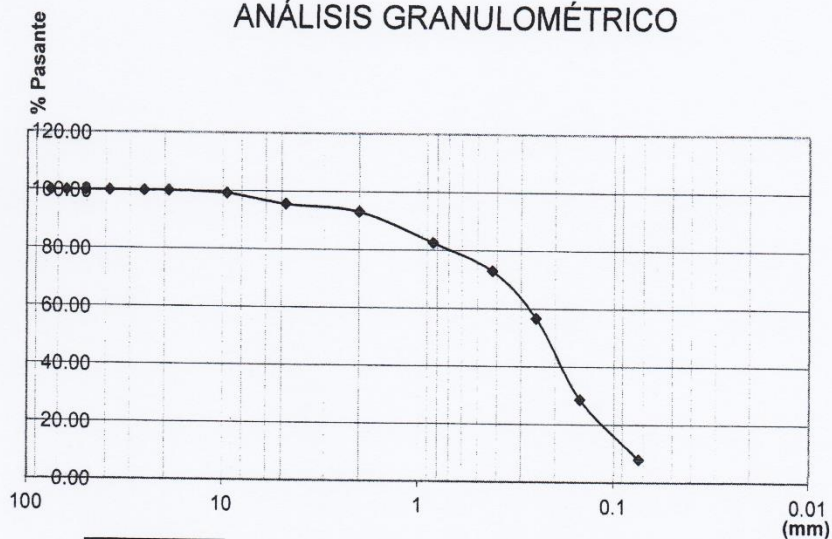
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 05

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



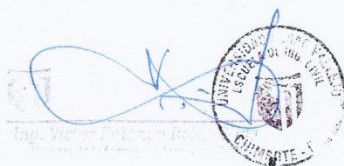
D10 =	0.083
D30 =	0.18
D60 =	0.39

Coefficiente de Uniformidad :	4.699
Coefficiente de Curvatura :	1.001

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

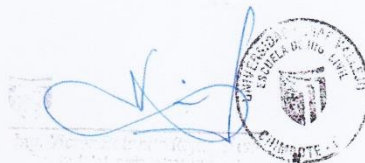
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 05

Grava(%)	7.41
Arena (%)	85.82
Finos(%)	6.77
Límite Líquido	24.44%
Límite Plástico	17.10%
Índice Plasticidad	7.34%
Clasif. SUCS	SP -SM -SC
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	30.67
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 06

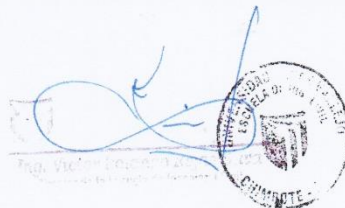
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	31.4	3.14
1/4	37.3	3.73
Nº 4	64.1	6.67
Nº 10	76.7	7.98
Nº 16	92.3	9.60
Nº 30	109.5	11.39
Nº 40	45.1	4.69
Nº 50	91.6	9.53
Nº 100	233.5	24.29
Nº 200	157.4	16.37
P Nº 200	61.1	6.35

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**

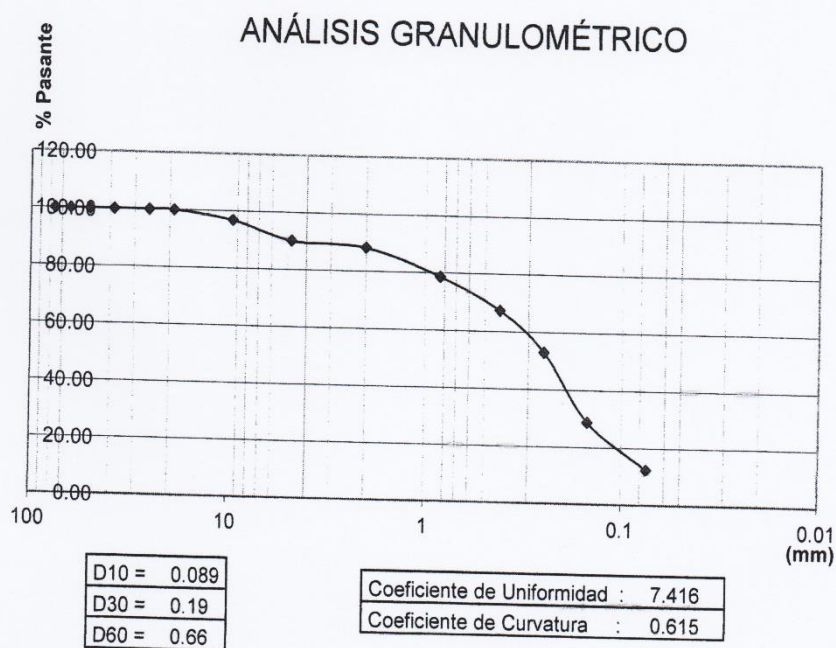


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 06



**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 06

Grava(%)	13.28
Arena (%)	80.61
Finos(%)	6.11
Límite Líquido	25.02%
Límite Plástico	19.34%
Índice Plasticidad	5.68%
Clasif. SUCS	SP -SM -SC
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	28.96
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 07

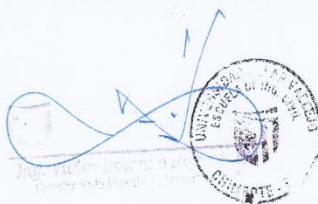
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	31.4	3.14
1/4	37.3	3.73
Nº 4	64.1	6.67
Nº 10	76.7	7.98
Nº 16	92.3	9.60
Nº 30	109.5	11.39
Nº 40	45.1	4.69
Nº 50	91.6	9.53
Nº 100	233.5	24.29
Nº 200	157.4	16.37
P Nº 200	61.1	6.35

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

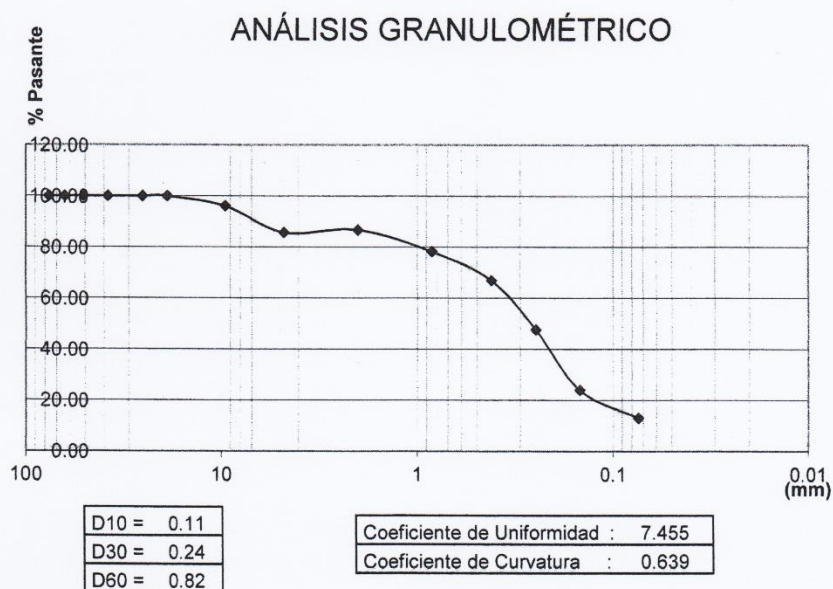


fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

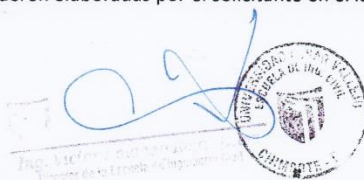
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 07



**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

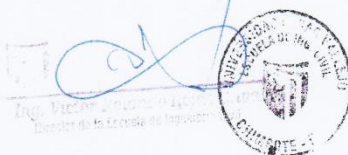
**UNIDAD :** MUESTRA C – 07

Grava(%)	19.90
Arena (%)	75.25
Finos(%)	4.85
Límite Líquido	24.49%
Límite Plástico	17.06%
Índice Plasticidad	7.43%
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	26.41
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 08

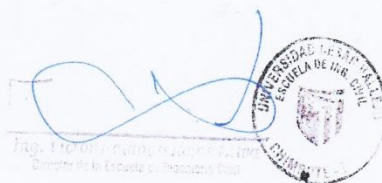
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	75.2	7.52
1/4	40.3	4.03
Nº 4	113.4	11.86
Nº 10	123.3	12.89
Nº 16	152.4	15.93
Nº 30	133.1	13.92
Nº 40	40.2	4.20
Nº 50	83.3	8.71
Nº 100	152	15.89
Nº 200	65.7	6.87
P Nº 200	21.1	2.21

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





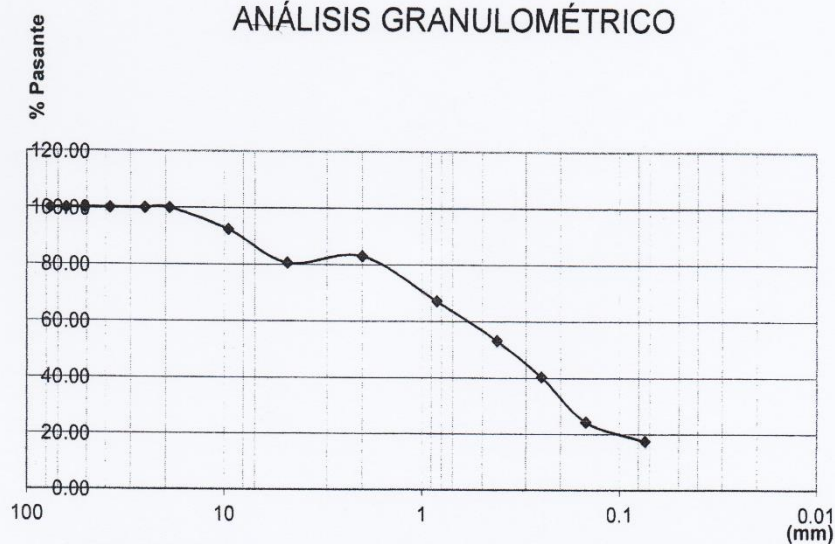
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 08

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



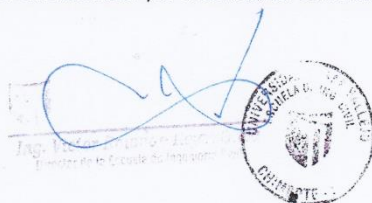
D10 =	0.31
D30 =	2
D60 =	13

Coefficiente de Uniformidad :	41.935
Coefficiente de Curvatura :	0.993

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 08

Grava(%)	22.89
Arena (%)	75.00
Finos(%)	2.11
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A1 -b (0)
Contenido de Humedad	25.82
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 09

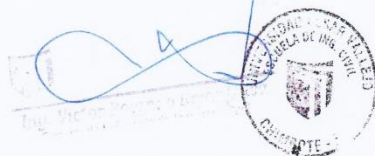
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	54.2	5.42
1/4	45.9	4.59
Nº 4	88	9.25
Nº 10	100.2	10.53
Nº 16	114.4	12.02
Nº 30	134.3	14.12
Nº 40	73.2	7.69
Nº 50	127.3	13.38
Nº 100	169.1	17.77
Nº 200	67.3	7.07
P Nº 200	26.1	2.74

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



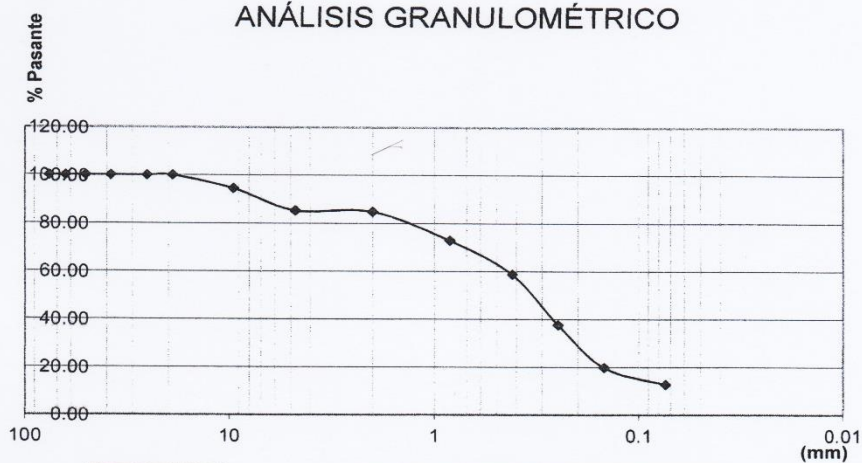
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 09

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



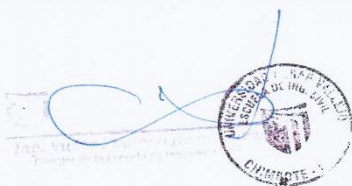
D10 =	0.16
D30 =	0.33
D60 =	1.2

Coeficiente de Uniformidad :	7.500
Coeficiente de Curvatura :	0.567

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H.L.T. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

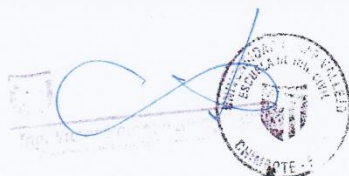
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 09

Grava(%)	18.81
Arena (%)	78.58
Finos(%)	2.61
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A1-b (0)
Contenido de Humedad	28.96
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10

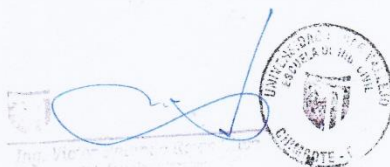
**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
2	0.00	0.00
1 1/2	0.00	0.00
1	0.00	0.00
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	39.2	3.92
1/4	35	3.50
Nº 4	74.2	7.70
Nº 10	118.4	12.29
Nº 16	122.1	12.67
Nº 30	93.6	9.71
Nº 40	87.3	9.06
Nº 50	96.7	10.04
Nº 100	242.3	25.15
Nº 200	72.4	7.51
P Nº 200	18.8	1.95

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





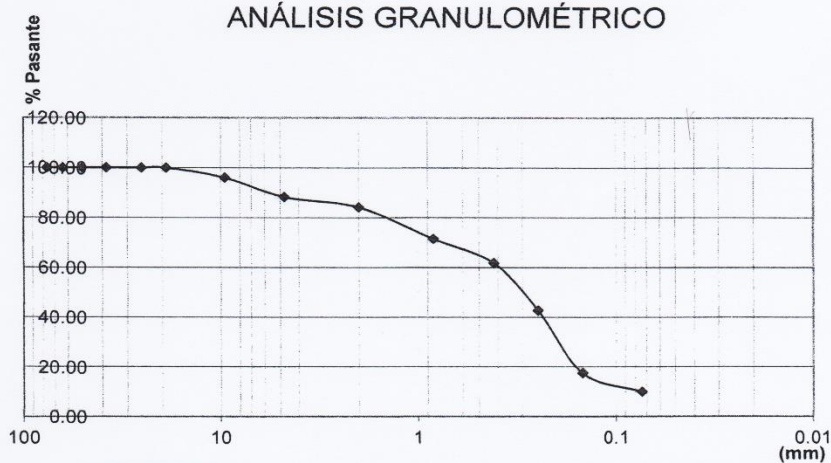
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 10

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



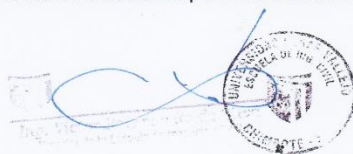
D10 =	0.31
D30 =	2
D60 =	13

Coefficiente de Uniformidad :	41.935
Coefficiente de Curvatura :	0.993

#### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

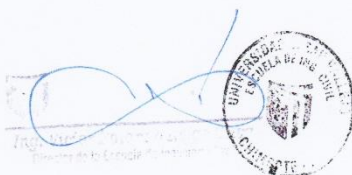
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10

Grava(%)	14.84
Arena (%)	83.28
Finos(%)	1.88
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A1-b- (0)
Contenido de Humedad	21.75
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 01

**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 1 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	40.69
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	192.9
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	167.34
PESO DEL AGUA (gr.)	25.56
PESO MATERIAL SECO (gr.)	126.65
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	20.18

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 02

**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 2 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	25.72
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	126.85
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	101.22
PESO DEL AGUA (gr.)	25.63
PESO MATERIAL SECO (gr.)	75.50
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	33.95

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 03

**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 3 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	39.34
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	203.58
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	159.50
PESO DEL AGUA (gr.)	44.08
PESO MATERIAL SECO (gr.)	120.16
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	36.68

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
Ing. Victor Rolando Rojas  


fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 04

**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 4 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	28.57
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	126.75
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	100.10
PESO DEL AGUA (gr.)	26.65
PESO MATERIAL SECO (gr.)	71.53
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	37.26

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
Ing. Victor Rolando Rojas Siles  


fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 05

**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 5 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	28.40
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	114.41
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	94.22
PESO DEL AGUA (gr.)	20.19
PESO MATERIAL SECO (gr.)	65.82
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	30.67

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 06

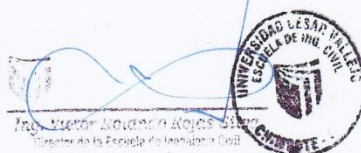
**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 6 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	28.98
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	148.36
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	121.55
PESO DEL AGUA (gr.)	26.81
PESO MATERIAL SECO (gr.)	92.57
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	28.96

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 07

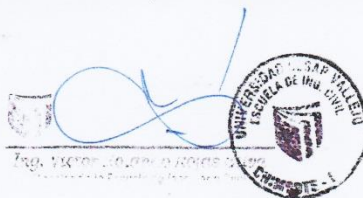
**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 7 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	23.51
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	165.20
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	135.60
PESO DEL AGUA (gr.)	29.60
PESO MATERIAL SECO (gr.)	112.09
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	26.41

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 08

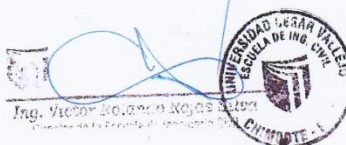
**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 8 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	28.79
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	104.36
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	88.85
PESO DEL AGUA (gr.)	15.51
PESO MATERIAL SECO (gr.)	60.06
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	25.82

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 09

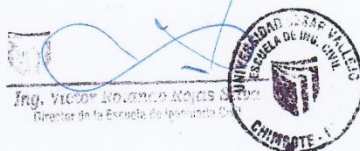
**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 9 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	27.97
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	175.50
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	142.37
PESO DEL AGUA (gr.)	33.13
PESO MATERIAL SECO (gr.)	114.40
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	28.96

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 10

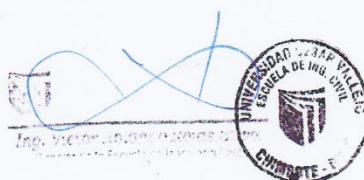
**TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO
MUESTRA N°	C - 10 M - 1
PROFUNDIDAD (m.)	
CÁPSULA N°	T - 1
PESO RECIPIENTE	23.51
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.(gr.)	185.20
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO(gr.)	156.32
PESO DEL AGUA (gr.)	28.88
PESO MATERIAL SECO (gr.)	132.81
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	21.75

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 1

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	14	23	33
2. Peso Tara, [gr]	11.80	16.40	21.20
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	60.60	58.20	61.43
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	55.00	53.70	57.20
5. Peso Agua, [gr]	5.60	4.50	4.23
6. Peso Suelo Seco, [gr]	43.20	37.30	36.00
7. Contenido de Humedad, [%]	<b>12.96</b>	<b>12.06</b>	<b>11.75</b>

**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No
	1
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

*Ing. Víctor Alejandro Rojas Soto*  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

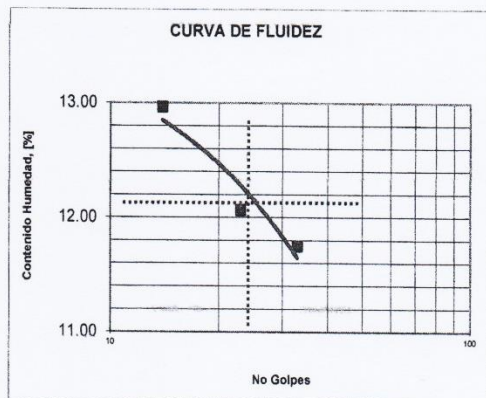


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

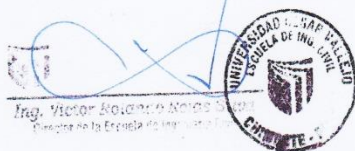
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 1



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 2

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	16	26	31
2. Peso Tara, [gr]	11.80	16.40	21.20
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	86.10	69.32	62.46
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.30	58.98	54.85
5. Peso Agua, [gr]	15.80	10.34	7.61
6. Peso Suelo Seco, [gr]	58.50	42.58	33.65
7. Contenido de Humedad, [%]	27.01	24.28	22.62

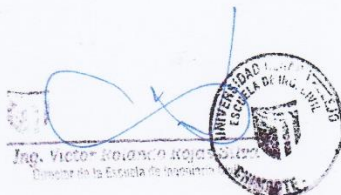
**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	13.85	13.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	14.65	14.29
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	14.52	14.13
4. Peso Agua, [gr]	0.13	0.16
5. Peso Suelo Seco, [gr]	0.67	0.83
6. Contenido de Humedad, [%]	19.40	19.28

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



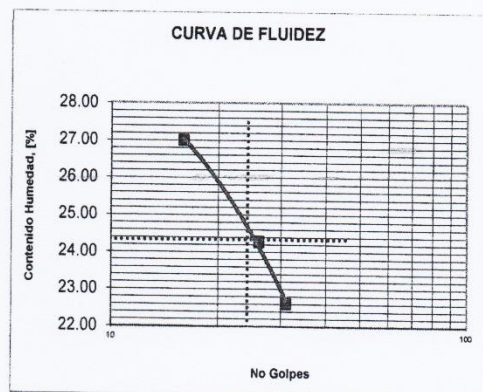
fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 2



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 3

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	16	25	34
2. Peso Tara, [gr]	11.80	16.40	21.20
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	57.48	67.32	72.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	48.44	59.56	66.20
5. Peso Agua, [gr]	9.04	7.76	5.80
6. Peso Suelo Seco, [gr]	36.64	43.16	45.00
7. Contenido de Humedad, [%]	24.67	17.98	12.89

**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

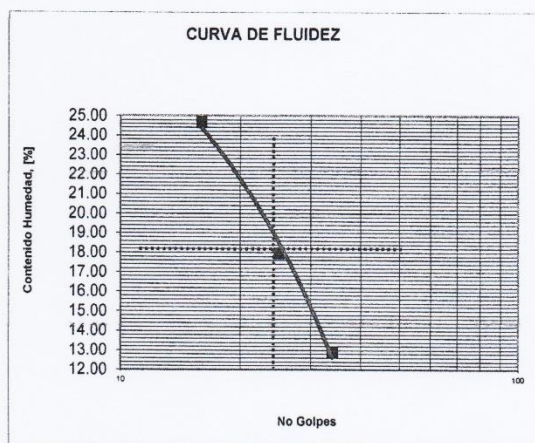
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

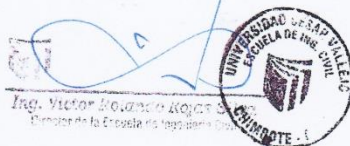
**UNIDAD :** MUESTRA C - 3



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 4

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	12	19	29
2. Peso Tara, [gr]	11.80	16.40	21.20
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	60.48	64.10	63.66
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	53.44	57.52	58.00
5. Peso Agua, [gr]	7.04	6.58	5.66
6. Peso Suelo Seco, [gr]	41.64	41.12	36.80
7. Contenido de Humedad, [%]	16.91	16.00	15.38


**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
Ing. Victor Novales Rojas  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
CHIMBOTE

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

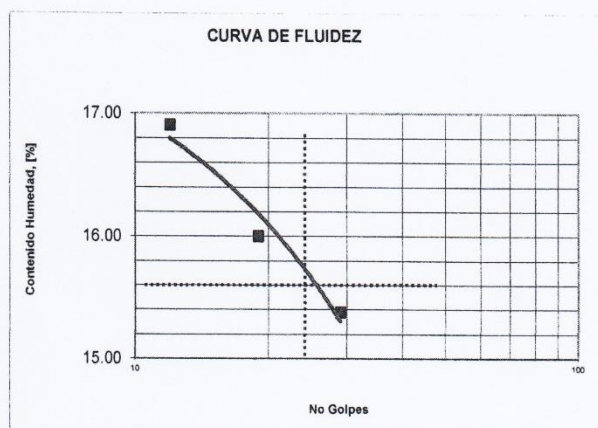
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 4



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 5

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	12	25	34
2. Peso Tara, [gr]	26.62	26.80	27.86
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	60.48	59.32	63.66
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	53.44	52.98	57.00
5. Peso Agua, [gr]	7.04	6.34	6.66
6. Peso Suelo Seco, [gr]	26.82	26.18	29.14
7. Contenido de Humedad, [%]	<b>26.25</b>	<b>24.22</b>	<b>22.86</b>

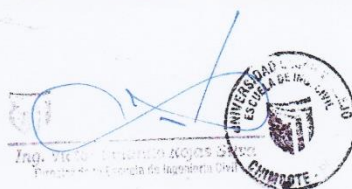
**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	13.25	12.65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	14.78	13.85
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	14.55	13.68
4. Peso Agua, [gr]	0.23	0.17
5. Peso Suelo Seco, [gr]	1.30	1.03
6. Contenido de Humedad, [%]	<b>17.69</b>	<b>16.50</b>

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

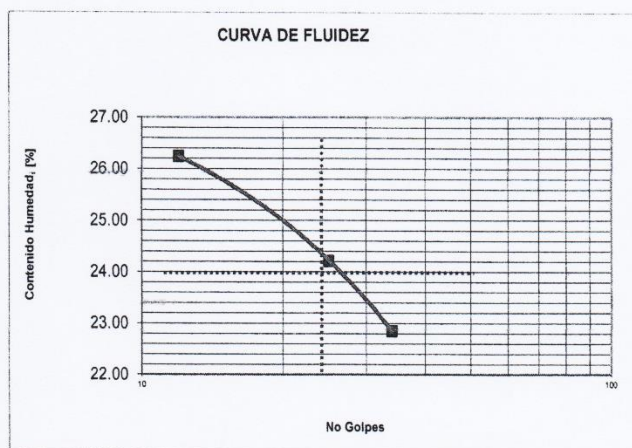
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 5



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 6

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	14	22	33
2. Peso Tara, [gr]	25.51	21.74	23.64
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.96	35.26	35.51
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.51	32.56	33.30
5. Peso Agua, [gr]	2.45	2.70	2.21
6. Peso Suelo Seco, [gr]	9.00	10.82	9.66
7. Contenido de Humedad, [%]	27.22	24.95	22.88

**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	23.52	23.78
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25.23	26.96
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24.95	26.45
4. Peso Agua, [gr]	0.28	0.51
5. Peso Suelo Seco, [gr]	1.43	2.67
6. Contenido de Humedad, [%]	19.58	19.10

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

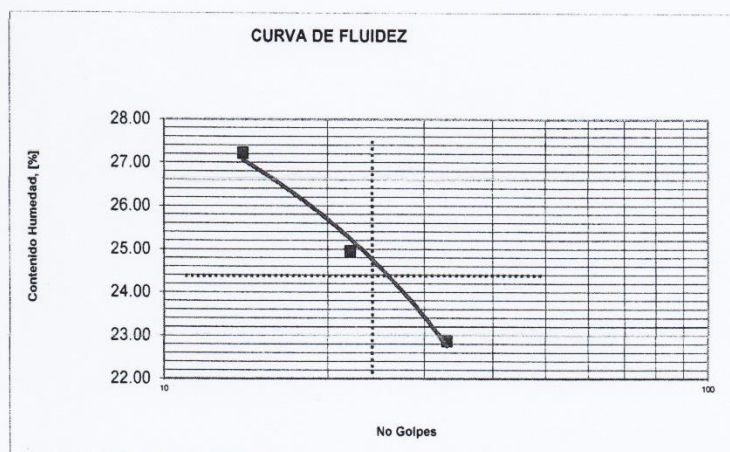
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 6



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 7

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	12	25	33
2. Peso Tara, [gr]	21.51	25.51	22.85
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.51	34.21	35.30
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	30.20	32.50	33.02
5. Peso Agua, [gr]	2.31	1.71	2.28
6. Peso Suelo Seco, [gr]	8.69	6.99	10.17
7. Contenido de Humedad, [%]	<b>26.58</b>	<b>24.46</b>	<b>22.42</b>

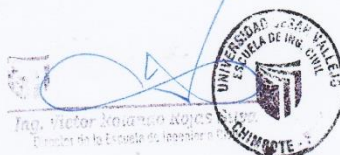
**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	21.41	23.65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25.65	28.90
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	25.02	28.15
4. Peso Agua, [gr]	0.63	0.75
5. Peso Suelo Seco, [gr]	3.61	4.50
6. Contenido de Humedad, [%]	<b>17.45</b>	<b>16.67</b>

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



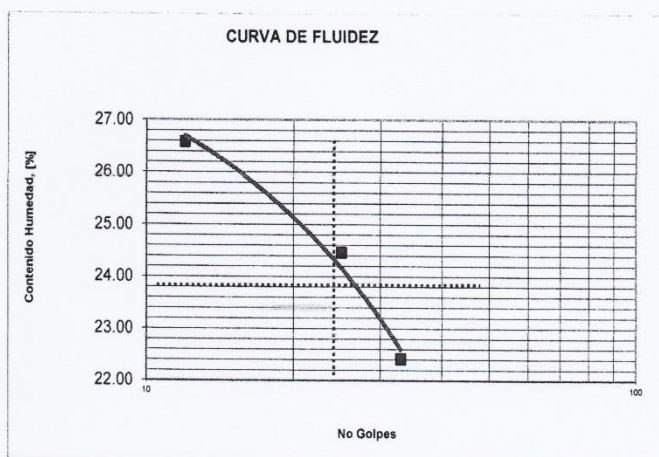


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 7



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 8

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

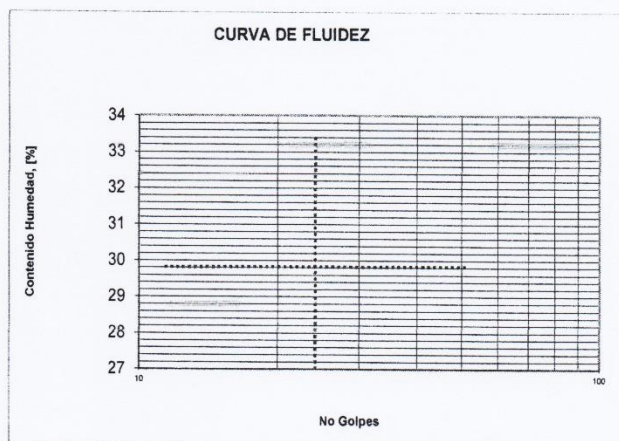
**TESIS** : MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA** : CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO** : ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR** : DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : MUESTRA C – 8



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 9

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

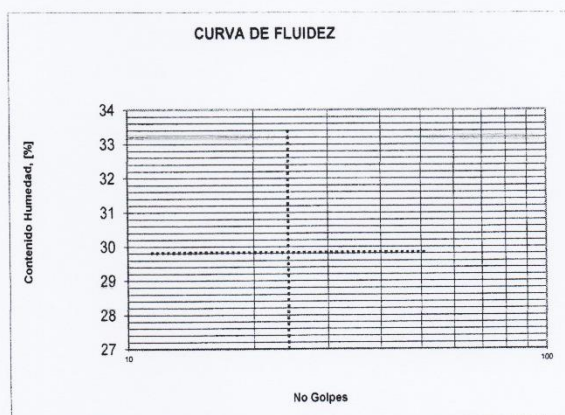
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 9



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10

**TABLA: LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

**TABLA: LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

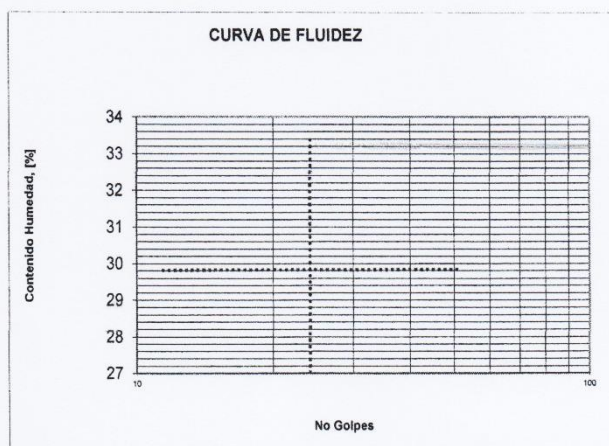


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.129, ASTM D 4318 - 84)

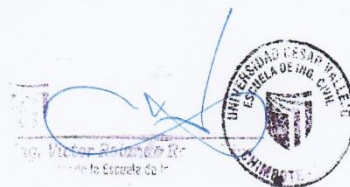
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 1

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5751.10	5887.70	5958.80	5946.00	5975.50
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1674.60	1811.20	1882.30	1869.50	1899.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.83	1.98	2.06	2.05	2.08
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	142.60	115.40	140.40	149.50	146.80
Peso del suelo seco + tara	gr	136.90	107.10	126.60	132.30	125.50
Tara	gr	27.50	11.40	11.70	26.60	26.20
Peso de agua	gr	5.70	8.30	13.80	17.20	21.30
Peso del suelo seco	gr	109.40	95.70	114.90	105.70	99.30
Contenido de agua	%	5.21	8.67	12.01	16.27	21.45
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.743	1.825	1.840	1.760	1.712
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.844
Humedad óptima (%)						11.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

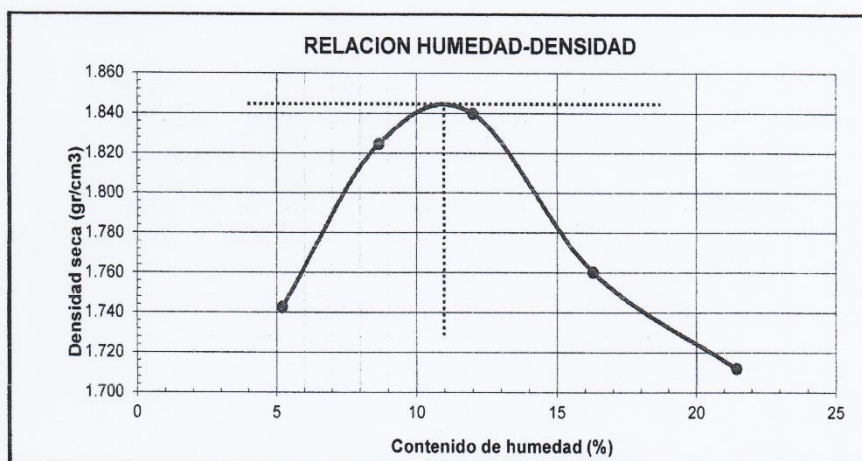
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

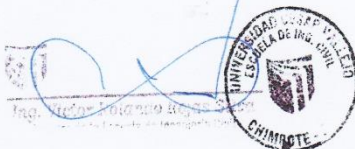
**UNIDAD :** MUESTRA C - 1



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 1 + 6%

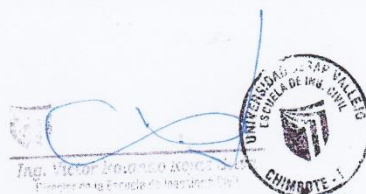
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5914.30	6035.80	6101.40	6039.80	6023.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1837.80	1959.30	2024.90	1963.30	1946.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.15	2.22	2.15	2.13
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	143.50	144.30	143.50	144.50	160.10
Peso del suelo seco + tara	gr	137.90	135.40	130.20	126.60	137.80
Tara	gr	26.40	28.20	28.40	26.40	26.40
Peso de agua	gr	5.60	8.90	13.30	17.90	22.30
Peso del suelo seco	gr	111.50	107.20	101.80	100.20	111.40
Contenido de agua	%	5.02	8.30	13.06	17.86	20.02
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.916	1.961	1.961	1.824	1.776
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.985
Humedad óptima (%)						10.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

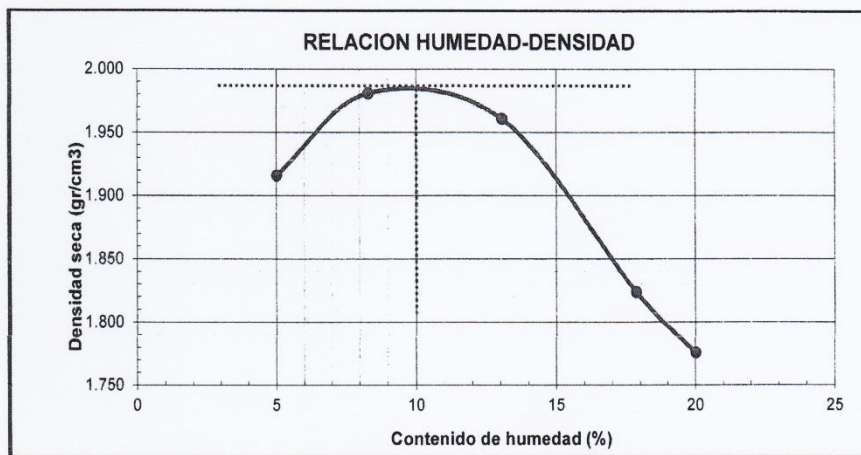
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

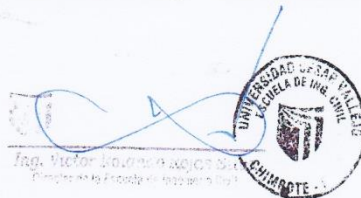
**UNIDAD :** MUESTRA C – 1 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 1 + 10%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5867.00	5988.40	6100.90	6097.10	6044.90
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1790.50	1911.90	2024.40	2020.60	1968.40
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.96	2.09	2.22	2.21	2.16
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	146.20	151.90	152.50	170.10	152.70
Peso del suelo seco + tara	gr	139.80	142.80	138.20	150.90	131.90
Tara	gr	26.60	27.70	28.00	28.00	27.80
Peso de agua	gr	6.40	9.10	14.30	19.20	20.80
Peso del suelo seco	gr	113.20	115.10	110.20	122.90	104.10
Contenido de agua	%	5.65	7.91	12.98	15.62	19.98
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.855	1.940	1.962	1.913	1.796
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.970
Humedad óptima (%)						12.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Ing. Víctor Benavides Rojas*  
Director de Laboratorio de Suelos y Rocas

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

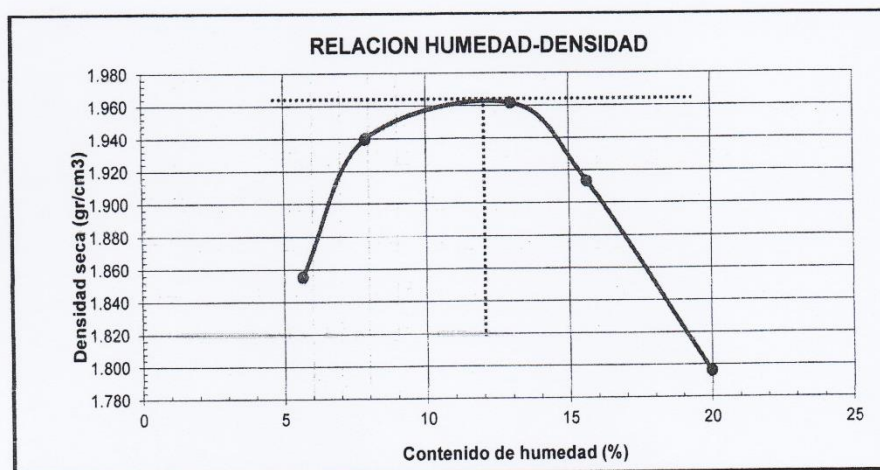
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

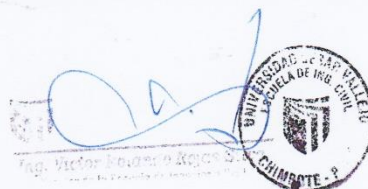
**UNIDAD :** MUESTRA C – 1 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 1 + 14%

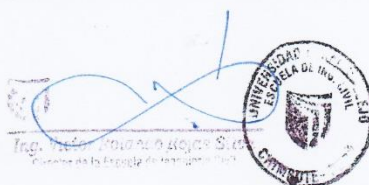
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5922.10	6014.20	6092.10	6098.90	6084.50
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1845.60	1937.70	2015.60	2022.40	2008.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.02	2.12	2.21	2.21	2.20
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	157.50	150.90	148.30	175.10	164.50
Peso del suelo seco + tara	gr	149.80	140.70	133.90	153.20	140.60
Tara	gr	26.20	28.00	26.50	21.20	27.80
Peso de agua	gr	7.70	10.20	14.40	21.90	23.90
Peso del suelo seco	gr	123.60	112.70	107.40	132.00	112.80
Contenido de agua	%	6.23	9.05	13.41	16.59	21.19
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.902	1.945	1.946	1.899	1.814
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.952
Humedad óptima (%)						11.30

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

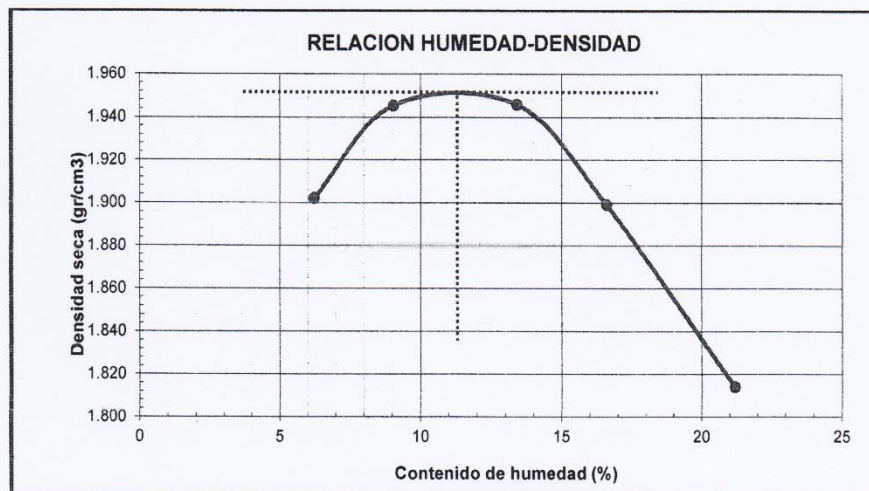
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

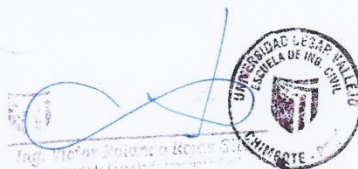
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 1 + 14%



**Nota:**



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 2

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5423.40	5894.10	5885.50	5706.30	5575.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1346.90	1817.60	1809.00	1629.80	1498.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.47	1.99	1.98	1.78	1.64
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	124.80	122.10	111.00	158.60	168.60
Peso del suelo seco + tara	gr	119.60	112.90	99.80	140.90	147.10
Tara	gr	16.40	11.60	11.10	27.80	27.70
Peso de agua	gr	5.20	9.20	11.20	17.70	21.50
Peso del suelo seco	gr	103.20	101.30	88.70	113.10	119.40
Contenido de agua	%	5.04	9.08	12.63	15.65	18.01
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.404	1.824	1.759	1.543	1.390

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.840
Humedad óptima (%)	10.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

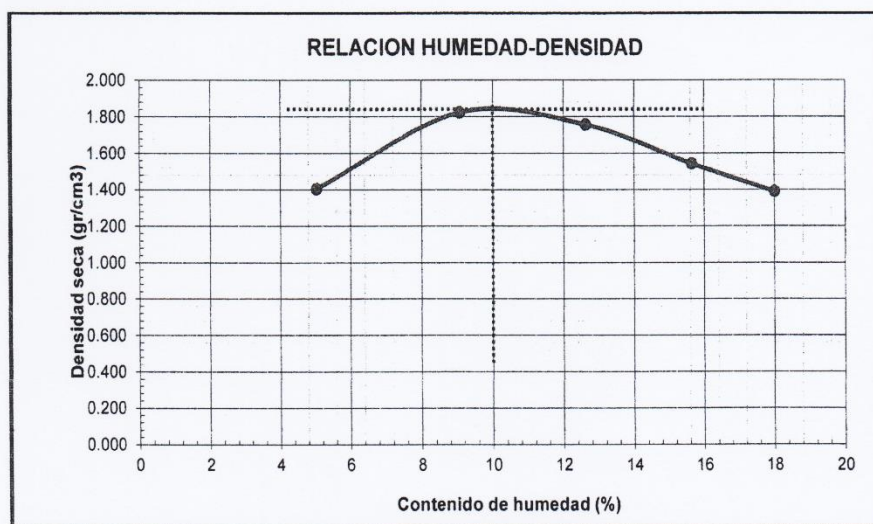
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 2



**Nota:**

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 2 + 6%

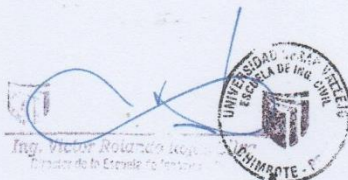
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5820.90	5911.40	6020.20	6032.00	6048.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1744.40	1834.90	1943.70	1955.50	1971.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.91	2.01	2.13	2.14	2.16
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	133.80	131.20	141.20	189.10	123.60
Peso del suelo seco + tara	gr	128.10	122.40	127.30	148.20	103.40
Tara	gr	16.30	16.30	21.20	26.50	15.90
Peso de agua	gr	5.70	8.80	13.90	20.90	20.20
Peso del suelo seco	gr	111.80	106.10	106.10	121.70	87.50
Contenido de agua	%	5.10	8.29	13.10	17.17	23.09
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.817	1.855	1.882	1.827	1.754
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.882
Humedad óptima (%)						12.50

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

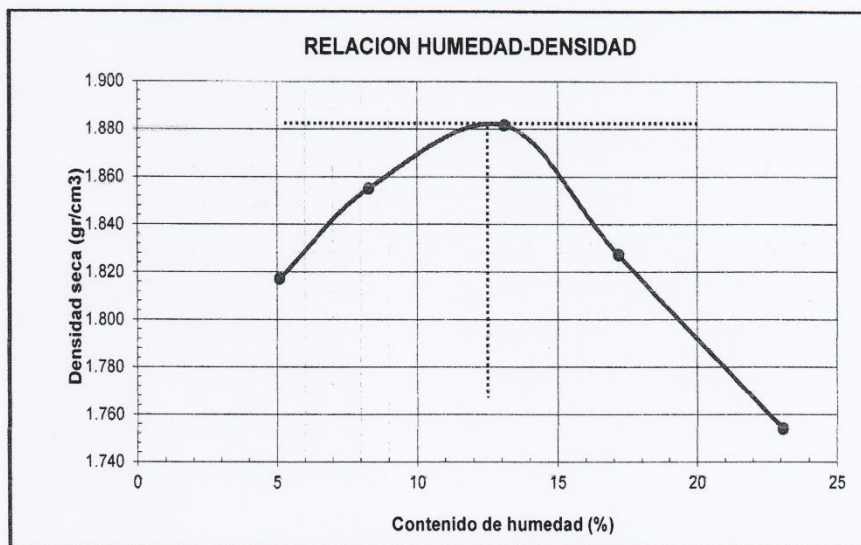
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALÉNA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

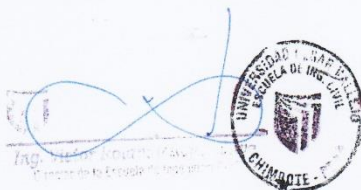
**UNIDAD :** MUESTRA C – 2 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 2 + 10%

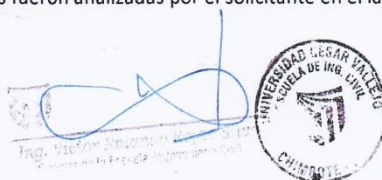
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5911.30	6034.70	6122.40	6087.20	6028.00
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1834.80	1958.20	2045.90	2010.70	1951.50
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.14	2.24	2.20	2.14
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	160.20	139.40	163.20	159.60	165.60
Peso del suelo seco + tara	gr	153.80	129.80	147.10	137.90	141.50
Tara	gr	26.60	27.80	26.40	11.80	27.50
Peso de agua	gr	6.40	9.60	16.10	21.70	24.10
Peso del suelo seco	gr	127.20	102.00	120.70	126.10	114.00
Contenido de agua	%	5.03	9.41	13.34	17.21	21.14
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.913	1.960	1.976	1.878	1.764
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.980
Humedad óptima (%)						12.30

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

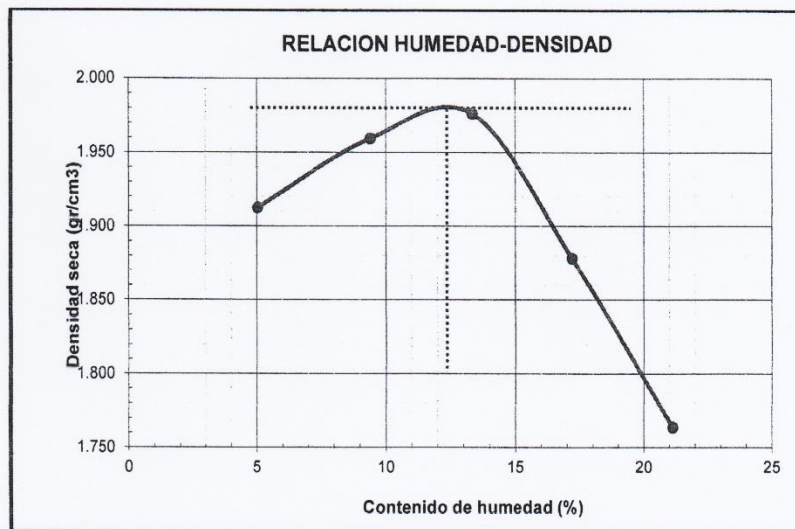
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

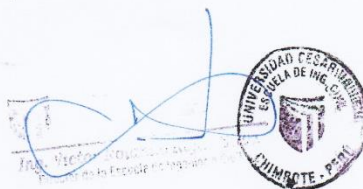
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 2 + 10%



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 2 + 14%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5908.70	6023.10	6078.00	6042.30	6011.50
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1832.20	1946.60	2001.50	1965.80	1935.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.13	2.19	2.15	2.12
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	152.60	174.90	160.20	140.20	162.80
Peso del suelo seco + tara	gr	145.70	162.50	144.60	121.70	137.90
Tara	gr	28.00	26.70	27.80	16.20	21.10
Peso de agua	gr	6.90	12.40	15.60	18.50	24.90
Peso del suelo seco	gr	117.70	135.80	116.80	105.50	116.80
Contenido de agua	%	5.86	9.13	13.36	17.54	21.32
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.895	1.953	1.933	1.831	1.746
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.956				
Humedad óptima (%)		10.40				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

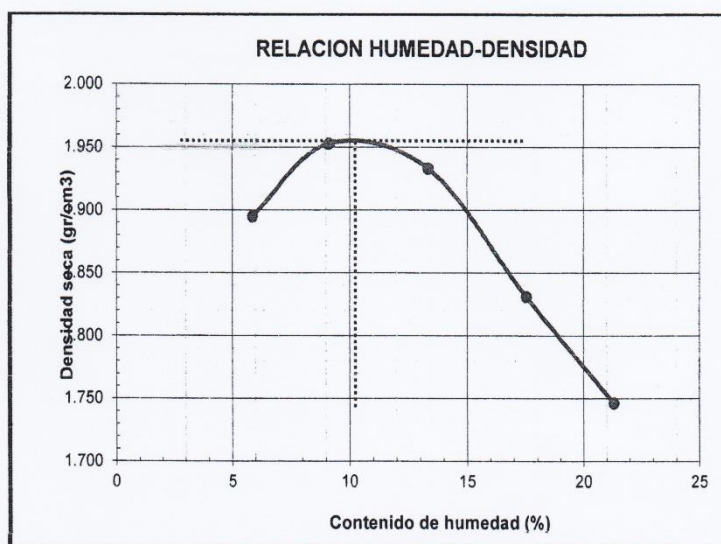
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 2 + 14%



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 3

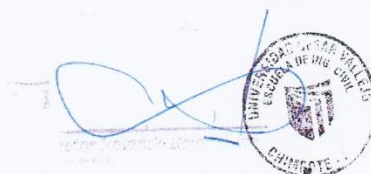
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5827.40	5952.70	6010.20	5983.20	5979.60
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1750.90	1876.20	1933.70	1906.70	1903.10
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.92	2.05	2.12	2.09	2.08
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	126.70	135.80	128.70	142.10	129.70
Peso del suelo seco + tara	gr	121.90	125.60	116.80	124.80	110.80
Tara	gr	26.70	16.30	27.80	26.20	21.10
Peso de agua	gr	4.80	10.20	11.90	17.30	18.90
Peso del suelo seco	gr	95.20	109.30	89.00	98.60	89.70
Contenido de agua	%	5.04	9.33	13.37	17.55	21.07
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.825	1.879	1.867	1.776	1.721
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.882
Humedad óptima (%)						11.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

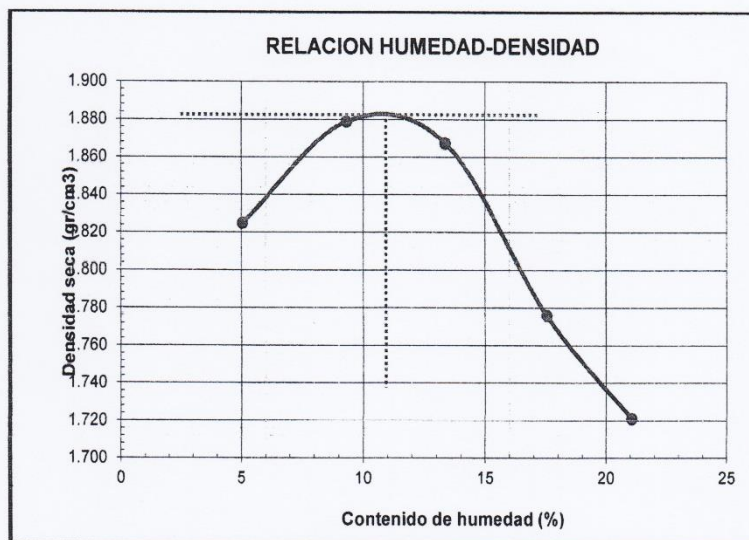
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

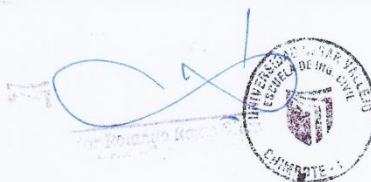
**UNIDAD :** MUESTRA C - 3



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 3 + 6%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

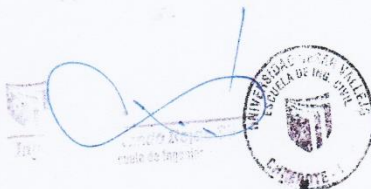
Peso suelo + molde	gr	5902.30	6038.50	6117.40	6074.90	5947.60
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1825.80	1962.00	2040.90	1998.40	1871.10
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.15	2.23	2.19	2.05
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	112.10	142.10	135.40	140.60	103.00
Peso del suelo seco + tara	gr	106.20	132.70	122.80	123.80	87.20
Tara	gr	21.30	33.10	27.80	26.30	12.10
Peso de agua	gr	5.90	9.40	12.60	16.80	15.80
Peso del suelo seco	gr	84.90	99.60	95.00	97.50	75.10
Contenido de agua	%	6.95	9.44	13.26	17.23	21.04
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.869	1.963	1.973	1.866	1.693

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.983
Humedad óptima (%)	11.70

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

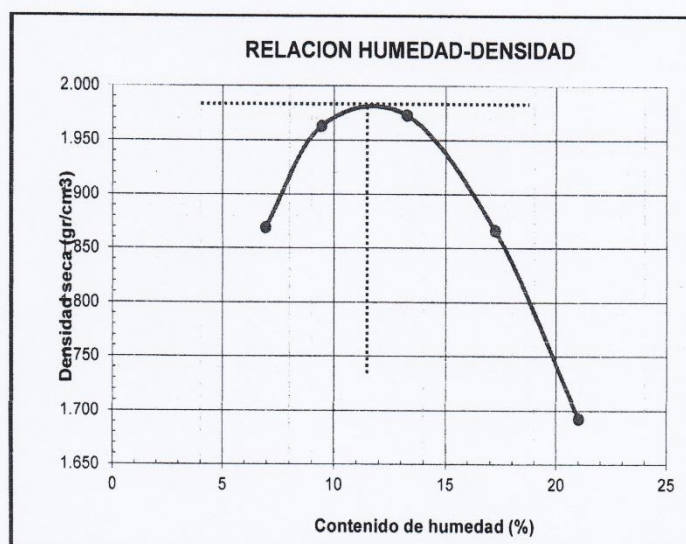
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

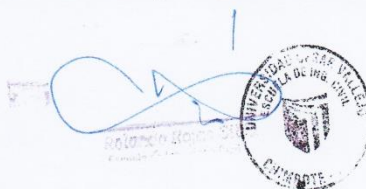
**UNIDAD :** MUESTRA C – 3 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 3 + 10%

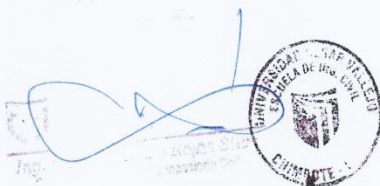
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5826.30	5929.50	6046.90	6096.80	6061.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1749.80	1853.00	1970.40	2020.30	1984.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.92	2.03	2.16	2.21	2.17
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	121.60	134.60	147.20	132.70	121.40
Peso del suelo seco + tara	gr	115.40	125.30	132.10	115.10	104.20
Tara	gr	16.40	11.30	11.10	16.10	21.40
Peso de agua	gr	6.20	9.30	15.10	17.60	17.20
Peso del suelo seco	gr	99.00	114.00	121.00	99.00	82.80
Contenido de agua	%	6.26	8.16	12.48	17.78	20.77
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.803	1.876	1.918	1.878	1.799
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.918
Humedad óptima (%)						12.50

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

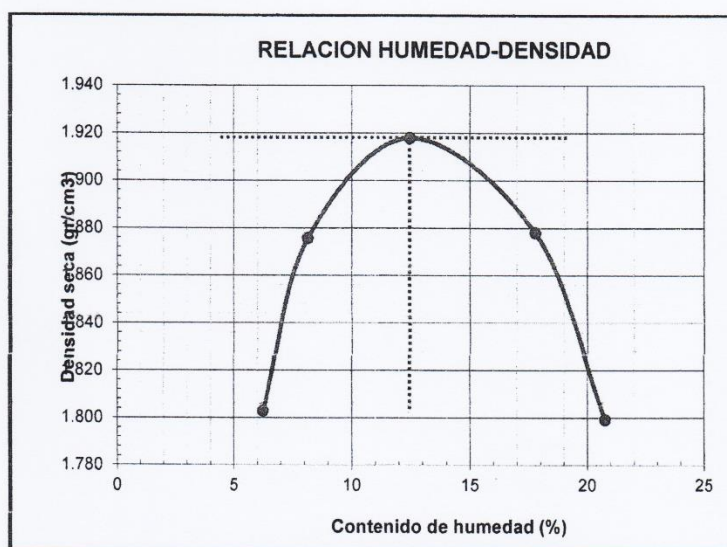
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 3 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 3 + 14%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5933.40	6006.80	6078.20	6121.10	6105.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1856.90	1930.30	2001.70	2044.60	2028.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.03	2.11	2.19	2.24	2.22
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	120.90	123.20	134.50	146.50	159.90
Peso del suelo seco + tara	gr	114.80	114.60	121.10	128.20	137.20
Tara	gr	11.70	16.00	11.90	16.90	27.90
Peso de agua	gr	6.10	8.60	13.40	18.30	22.70
Peso del suelo seco	gr	103.10	98.60	109.20	111.30	109.30
Contenido de agua	%	5.92	8.72	12.27	16.44	20.77
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.919	1.944	1.952	1.922	1.839

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.953
Humedad óptima (%)	11.50

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



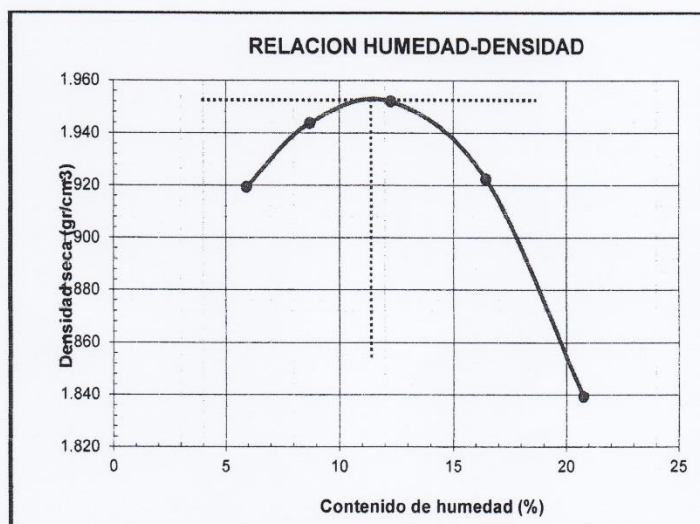


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 3 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 4

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5752.10	5822.60	5902.90	5942.70	5987.80
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1675.60	1746.10	1826.40	1866.20	1911.30
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.83	1.91	2.00	2.04	2.09
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	132.10	142.10	137.20	129.10	149.80
Peso del suelo seco + tara	gr	126.20	131.50	122.60	112.30	129.10
Tara	gr	16.60	11.70	16.00	12.00	27.90
Peso de agua	gr	5.90	10.60	14.60	16.80	20.70
Peso del suelo seco	gr	109.60	119.80	106.60	100.30	101.20
Contenido de agua	%	5.38	8.85	13.70	16.75	20.45
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.741	1.756	1.759	1.750	1.737
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.759
Humedad óptima (%)						12.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

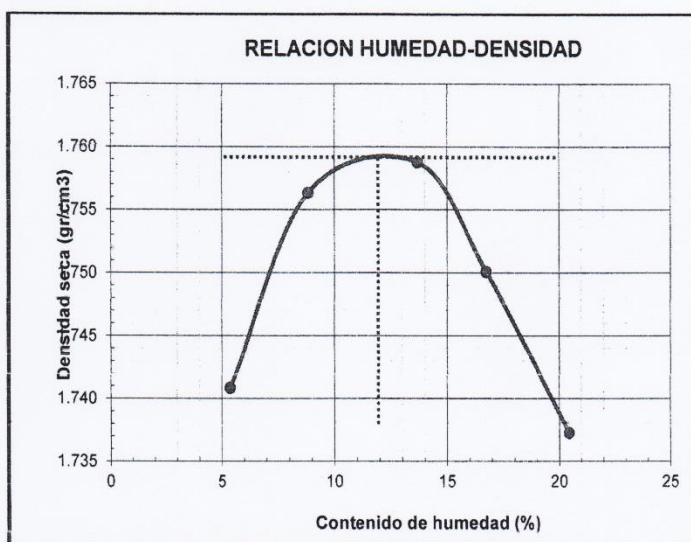
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 4



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 4 + 6%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

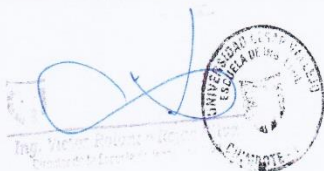
Peso suelo + molde	gr	5934.10	6071.50	6108.80	6074.50	6066.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1857.60	1995.00	2032.30	1998.00	1989.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.03	2.18	2.23	2.19	2.18
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	132.20	135.20	135.60	148.20	148.20
Peso del suelo seco + tara	gr	126.50	125.50	121.40	130.90	126.20
Tara	gr	16.70	27.70	11.90	26.10	11.60
Peso de agua	gr	5.70	9.70	14.20	17.30	22.00
Peso del suelo seco	gr	109.80	97.80	109.50	104.80	114.60
Contenido de agua	%	5.19	9.92	12.97	16.51	19.20
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.933	1.987	1.970	1.878	1.828

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.988
Humedad óptima (%)	10.08

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

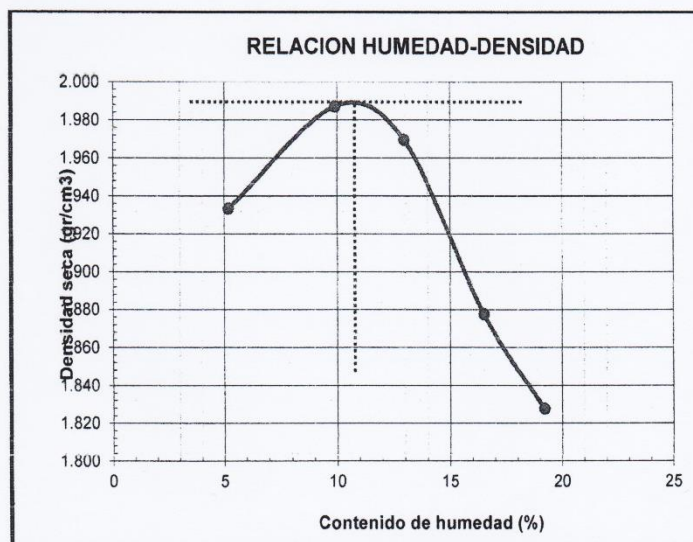
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 4 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 4 + 10%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5905.30	6027.50	6120.90	6144.80	6145.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1828.80	1951.00	2044.40	2068.30	2068.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.14	2.24	2.26	2.27
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	132.40	125.30	136.70	146.10	159.90
Peso del suelo seco + tara	gr	126.30	116.20	122.10	127.20	138.20
Tara	gr	16.10	16.30	15.10	11.90	27.90
Peso de agua	gr	6.10	9.10	14.60	18.90	21.70
Peso del suelo seco	gr	110.20	99.90	107.00	115.30	110.30
Contenido de agua	%	5.54	9.11	13.64	16.39	19.67
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.897	1.958	1.970	1.946	1.893

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.970
Humedad óptima (%)	13.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

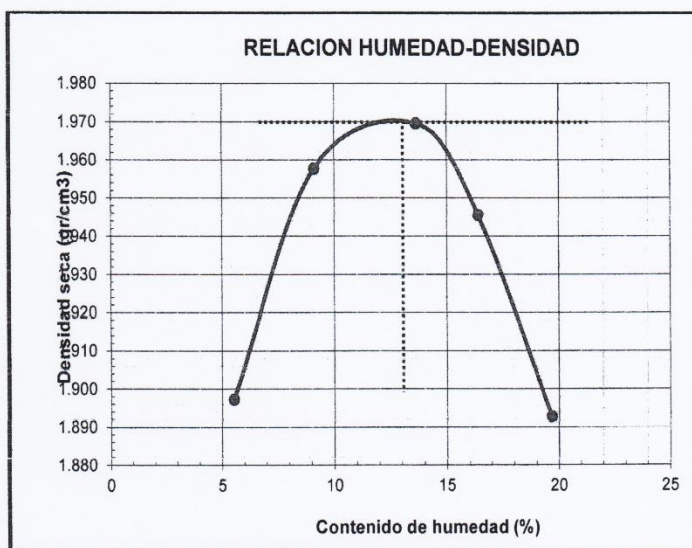
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

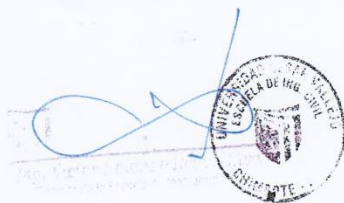
**UNIDAD :** MUESTRA C – 4 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 4 + 14%

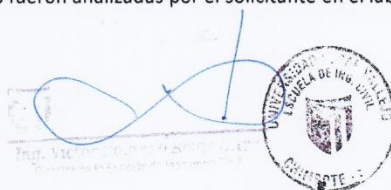
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5906.40	6001.40	6102.40	6081.90	6031.30
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1829.90	1924.90	2025.90	2005.40	1954.80
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.11	2.22	2.20	2.14
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	124.10	141.30	142.30	135.20	138.70
Peso del suelo seco + tara	gr	118.20	132.50	128.70	116.70	120.20
Tara	gr	16.40	27.90	26.60	11.90	27.90
Peso de agua	gr	5.90	8.80	13.60	18.50	18.50
Peso del suelo seco	gr	101.80	104.60	102.10	104.80	92.30
Contenido de agua	%	5.80	8.41	13.32	17.65	20.04
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.894	1.944	1.957	1.866	1.783
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.960				
Humedad óptima (%)		12.00				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

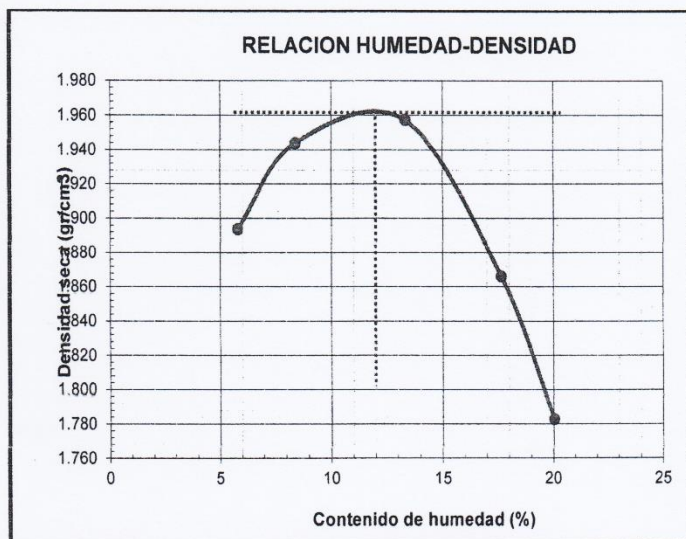
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

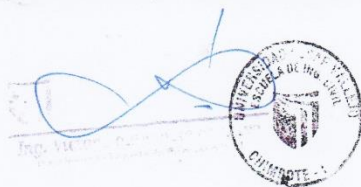
**UNIDAD :** MUESTRA C – 4 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C - 5

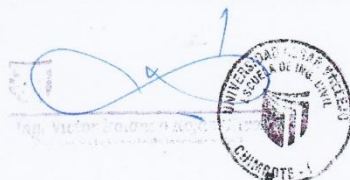
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5780.10	5921.60	5997.40	5989.50	5965.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1703.60	1845.10	1920.90	1913.00	1888.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.87	2.02	2.10	2.09	2.07
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	115.20	136.20	125.60	136.80	128.30
Peso del suelo seco + tara	gr	109.10	125.80	112.30	119.10	110.60
Tara	gr	11.70	16.00	16.40	16.90	27.90
Peso de agua	gr	6.10	10.40	13.30	17.70	17.70
Peso del suelo seco	gr	97.40	109.80	95.90	102.20	82.70
Contenido de agua	%	6.26	9.47	13.87	17.32	21.40
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.755	1.845	1.847	1.785	1.703
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.856
Humedad óptima (%)						11.50

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

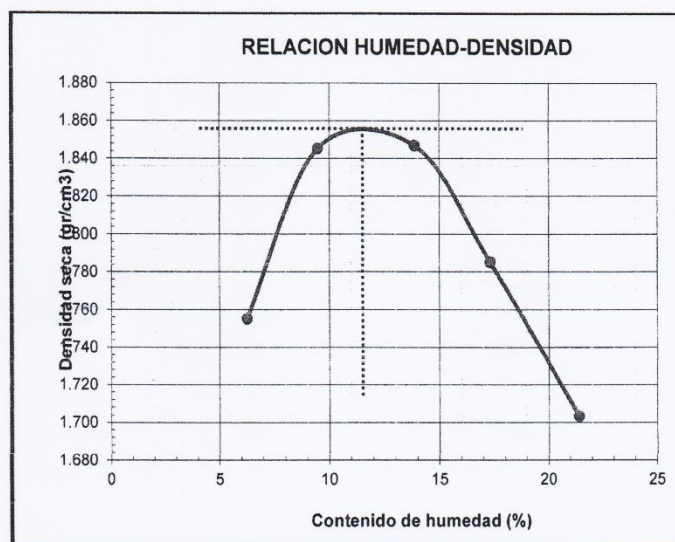
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

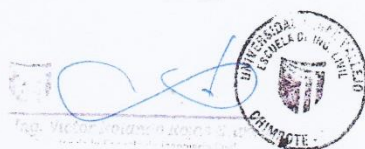
**UNIDAD :** MUESTRA C - 5



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 5 + 6%

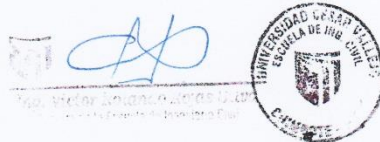
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5892.10	6054.10	6129.50	6110.10	6095.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1815.60	1977.60	2053.00	2033.60	2018.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.99	2.17	2.25	2.23	2.21
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	142.10	146.80	145.20	169.20	159.90
Peso del suelo seco + tara	gr	135.70	136.50	129.70	148.30	134.10
Tara	gr	26.40	27.70	11.90	26.10	11.60
Peso de agua	gr	6.40	10.30	15.50	20.90	25.80
Peso del suelo seco	gr	109.30	108.80	117.80	122.20	122.50
Contenido de agua	%	5.86	9.47	13.16	17.10	21.06
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.878	1.978	1.986	1.901	1.826
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.994
Humedad óptima (%)						11.60

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

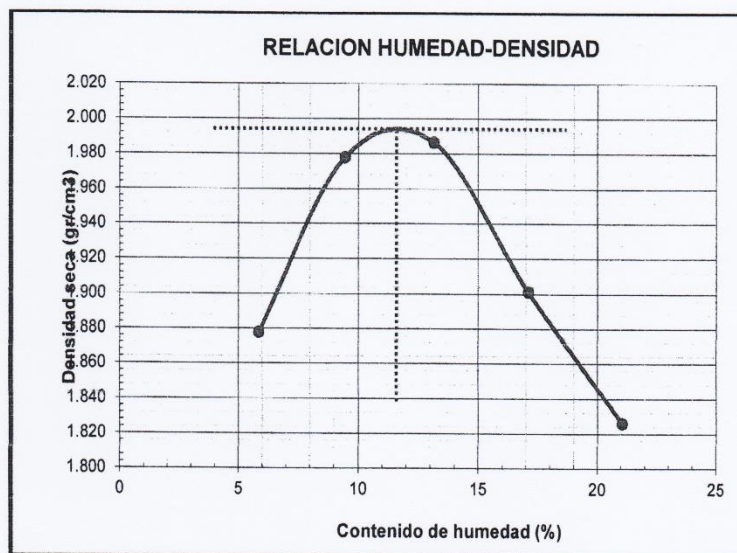
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

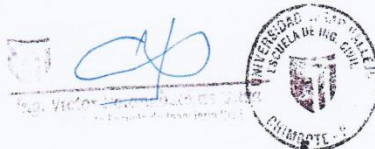
**UNIDAD :** MUESTRA C – 5 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 5 + 10%

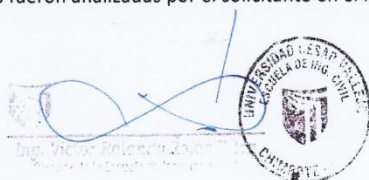
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5902.10	6023.10	6122.90	6112.80	6039.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1825.60	1946.60	2046.40	2036.30	1962.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.13	2.24	2.23	2.15
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	146.20	135.70	146.70	158.80	138.20
Peso del suelo seco + tara	gr	139.40	126.20	131.50	138.20	118.50
Tara	gr	16.10	16.30	15.10	11.90	16.60
Peso de agua	gr	6.80	9.50	15.20	20.60	19.70
Peso del suelo seco	gr	123.30	109.90	116.40	126.30	101.90
Contenido de agua	%	5.52	8.64	13.06	16.31	19.33
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.894	1.962	1.982	1.917	1.801
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.985
Humedad óptima (%)						12.30

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

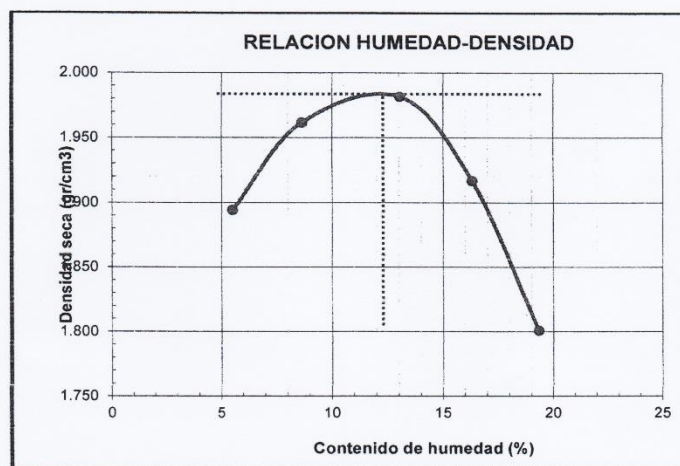


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

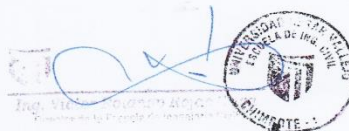
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 5 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 5 + 14%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5918.20	6007.80	6091.20	6081.10	6007.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1841.70	1931.30	2014.70	2004.60	1930.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.02	2.11	2.21	2.19	2.11
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	122.40	133.60	153.80	146.50	138.20
Peso del suelo seco + tara	gr	116.10	124.70	138.80	126.40	118.50
Tara	gr	16.40	27.90	26.60	11.90	27.90
Peso de agua	gr	6.30	8.90	15.00	20.10	19.70
Peso del suelo seco	gr	99.70	96.80	112.20	114.50	90.60
Contenido de agua	%	6.32	9.19	13.37	17.55	21.74
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.897	1.936	1.946	1.867	1.737
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.952
Humedad óptima (%)						12.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

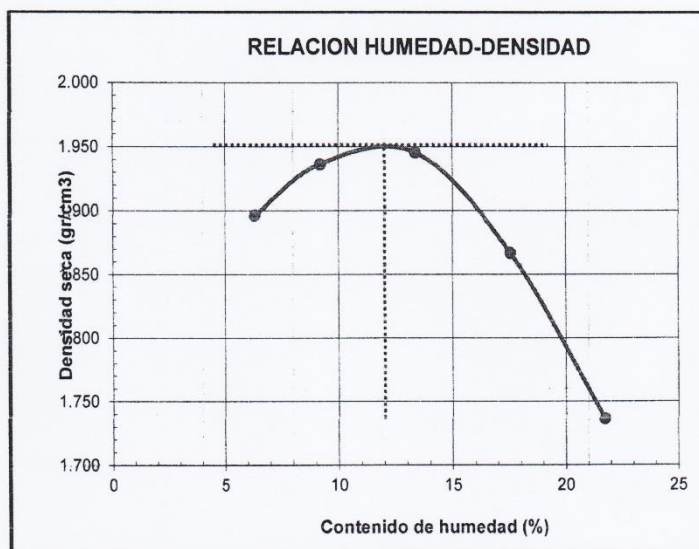
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

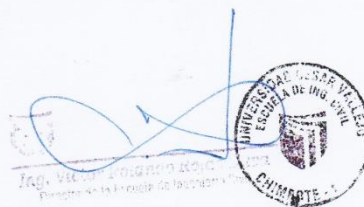
**UNIDAD :** MUESTRA C – 5 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 6

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5811.60	5967.20	5995.40	5876.40	5832.10
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1735.10	1890.70	1918.90	1799.90	1755.60
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.90	2.07	2.10	1.97	1.92
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.30	142.80	136.40	159.70	133.80
Peso del suelo seco + tara	gr	119.60	131.20	122.20	139.10	116.20
Tara	gr	16.60	11.70	13.20	16.00	27.90
Peso de agua	gr	5.70	11.60	14.20	20.60	17.60
Peso del suelo seco	gr	103.00	119.50	109.00	123.10	88.30
Contenido de agua	%	5.53	9.71	13.03	16.73	19.93
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.800	1.887	1.859	1.688	1.603

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.890
Humedad óptima (%)	10.70

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

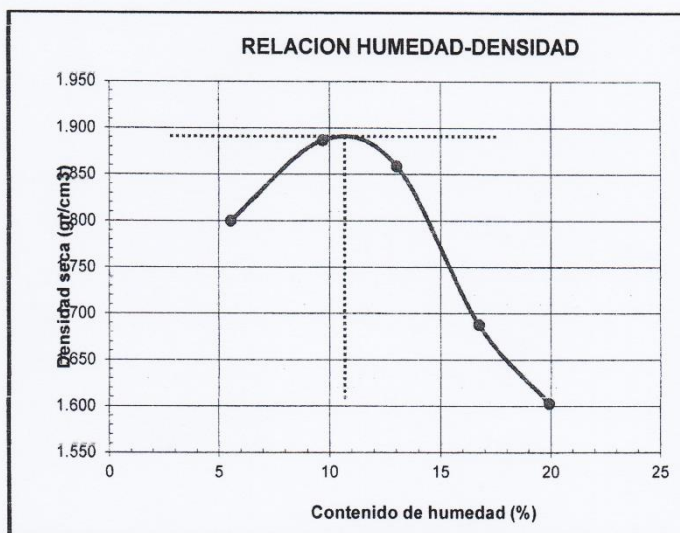
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

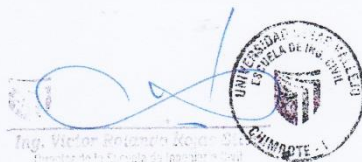
**UNIDAD :** MUESTRA C - 6



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 6 + 6%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5942.20	6038.50	6103.10	6065.30	6036.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1865.70	1962.00	2026.60	1988.80	1959.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.04	2.15	2.22	2.16	2.15
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	135.40	126.30	147.30	157.50	137.20
Peso del suelo seco + tara	gr	129.10	117.20	131.80	137.50	118.40
Tara	gr	11.70	11.50	11.70	21.50	27.40
Peso de agua	gr	6.30	9.10	15.50	20.00	18.80
Peso del suelo seco	gr	117.40	105.70	120.10	116.00	91.00
Contenido de agua	%	5.37	8.61	12.91	17.24	20.66
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.939	1.978	1.965	1.857	1.778

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.980
Humedad óptima (%)	10.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

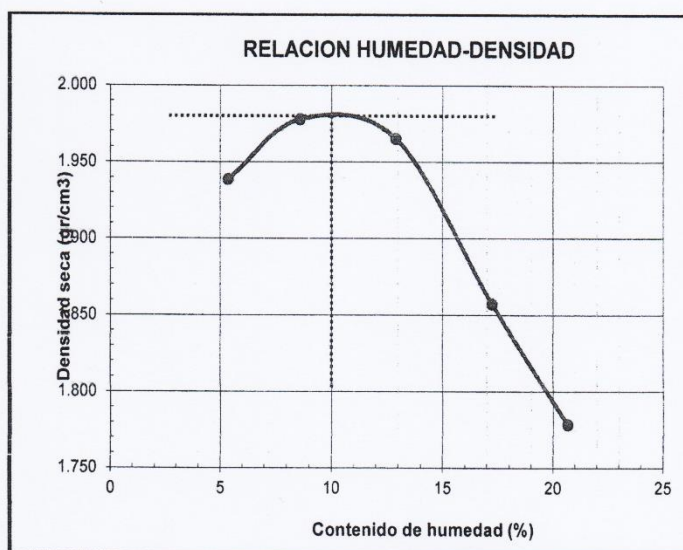
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 6 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 6 + 10%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5914.30	6038.40	6136.90	6126.20	6045.70
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1837.80	1961.90	2060.40	2049.70	1969.20
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.15	2.26	2.24	2.16
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	142.10	139.10	146.10	135.20	159.80
Peso del suelo seco + tara	gr	135.70	130.05	131.90	119.70	138.20
Tara	gr	27.90	21.50	26.40	27.40	26.60
Peso de agua	gr	6.40	9.05	14.20	15.50	21.60
Peso del suelo seco	gr	107.80	108.55	105.50	92.30	111.60
Contenido de agua	%	5.94	8.34	13.46	16.79	19.35
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.899	1.983	1.988	1.921	1.806

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.996
Humedad óptima (%)	11.50

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

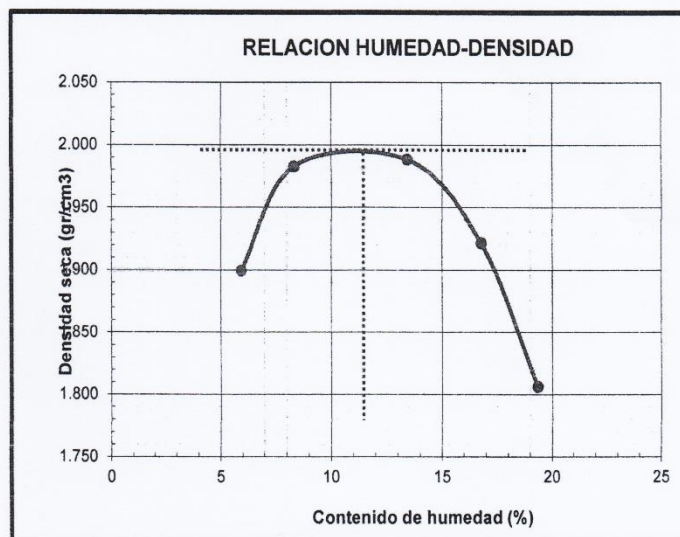
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 6 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 6 + 14%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5932.30	6023.40	6118.70	6125.20	6041.80
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1855.80	1946.90	2042.20	2048.70	1965.30
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.03	2.13	2.24	2.24	2.15
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.50	143.90	154.20	138.50	138.50
Peso del suelo seco + tara	gr	119.20	134.50	138.80	120.80	119.20
Tara	gr	11.90	27.90	26.60	16.90	27.90
Peso de agua	gr	6.30	9.40	15.40	17.70	19.30
Peso del suelo seco	gr	107.30	106.60	112.20	103.90	91.30
Contenido de agua	%	5.87	8.82	13.73	17.04	21.14
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.919	1.959	1.966	1.917	1.776

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.970
Humedad óptima (%)	12.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**

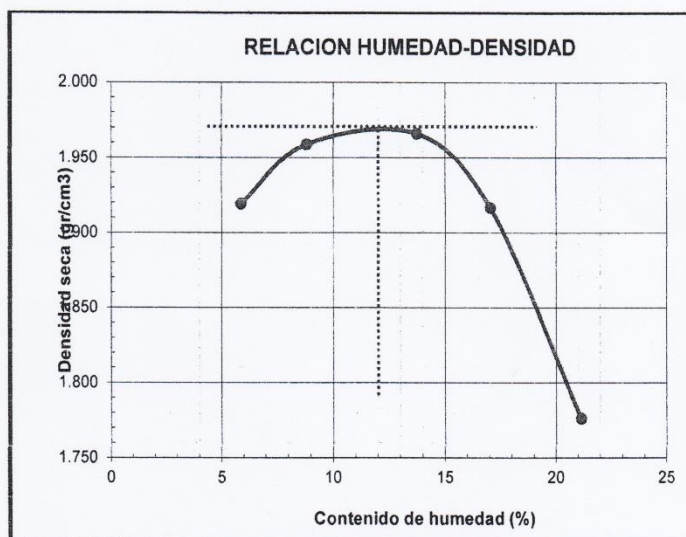


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

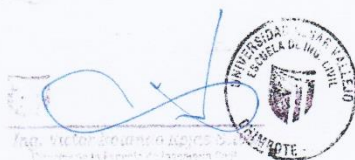
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 6 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS** : MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA** : CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO** : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR** : DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : MUESTRA C - 7

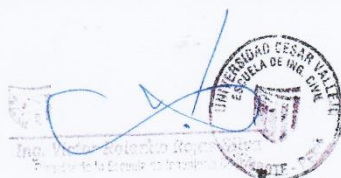
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5673.00	5879.80	5996.30	5946.70	5613.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1596.50	1803.30	1919.80	1870.20	1536.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.75	1.97	2.10	2.05	1.68
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	101.10	129.00	120.40	137.50	142.60
Peso del suelo seco + tara	gr	95.90	119.10	107.70	120.40	120.70
Tara	gr	11.40	11.50	11.70	26.80	27.70
Peso de agua	gr	5.20	9.90	12.70	17.10	21.90
Peso del suelo seco	gr	84.50	107.60	96.00	93.60	93.00
Contenido de agua	%	6.15	9.20	13.23	18.27	23.55
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.647	1.808	1.856	1.731	1.362
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.840				
Humedad óptima (%)		12.50				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

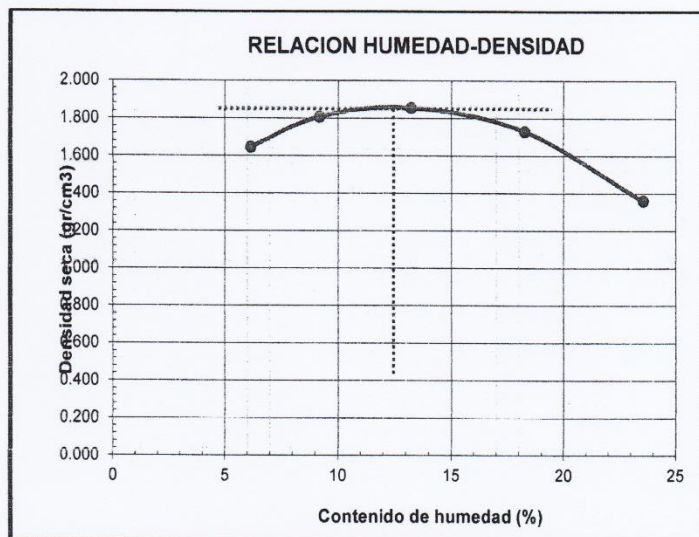


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

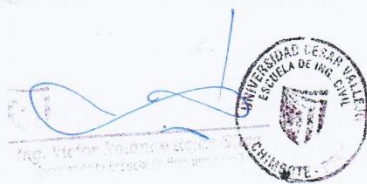
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 7



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 7 + 6%

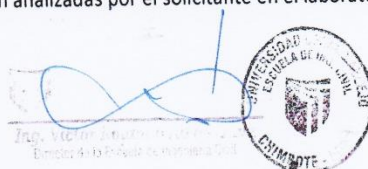
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5883.60	6018.50	6117.20	6083.20	5993.90
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1807.10	1942.00	2040.70	2006.70	1917.40
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.98	2.13	2.23	2.20	2.10
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	132.80	139.10	160.20	169.80	162.50
Peso del suelo seco + tara	gr	126.20	128.50	145.60	150.10	141.20
Tara	gr	16.30	11.80	26.70	21.50	27.90
Peso de agua	gr	6.60	10.60	14.60	19.70	21.30
Peso del suelo seco	gr	109.90	116.70	118.90	128.60	113.30
Contenido de agua	%	6.01	9.08	12.28	15.32	18.80
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.866	1.949	1.990	1.905	1.767
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.992				
Humedad óptima (%)		11.80				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

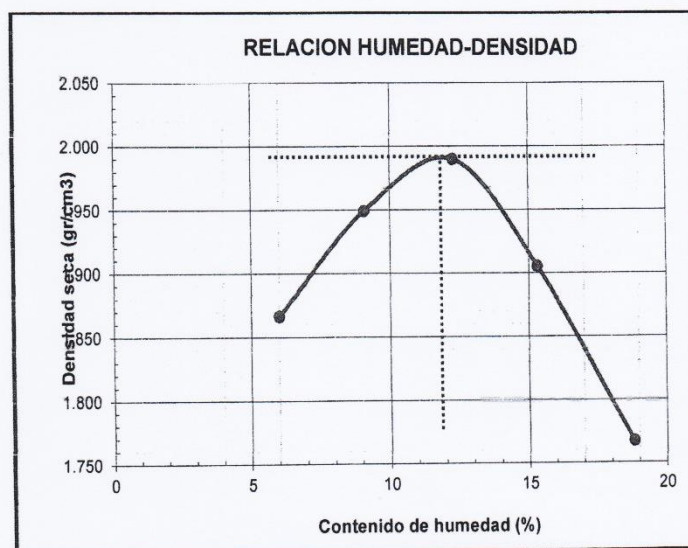
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

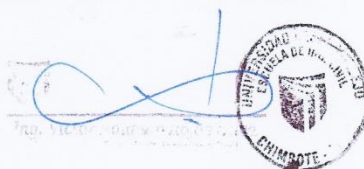
**UNIDAD :** MUESTRA C – 7 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C-7 + 10%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5904.80	6008.10	6132.10	6097.10	6002.60
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1828.30	1931.60	2055.60	2020.60	1926.10
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.11	2.25	2.21	2.11
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	122.00	160.50	112.10	148.80	166.90
Peso del suelo seco + tara	gr	115.50	147.70	100.80	128.70	140.60
Tara	gr	16.40	11.30	16.20	11.10	16.20
Peso de agua	gr	6.50	12.80	11.30	20.10	26.30
Peso del suelo seco	gr	99.10	136.40	84.60	117.60	124.40
Contenido de agua	%	6.56	9.38	13.36	17.09	21.14
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.879	1.933	1.985	1.889	1.741
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.988				
Humedad óptima (%)		13.00				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**

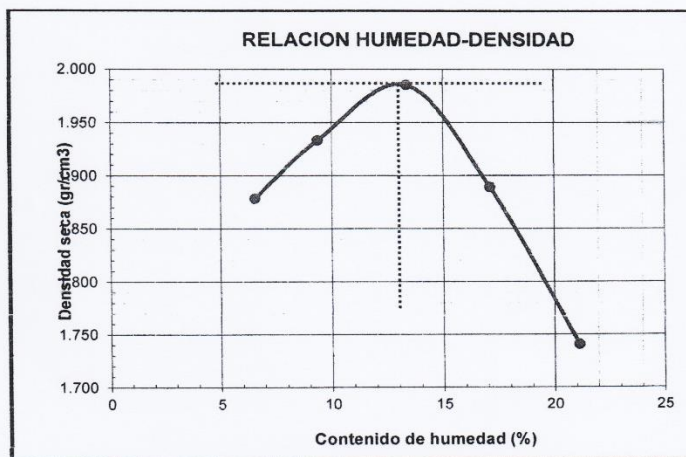


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 7 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: [043] 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 7 + 14%

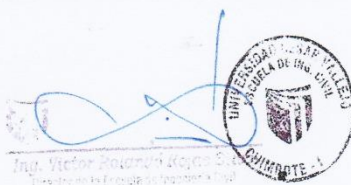
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5906.30	6044.40	6124.20	6079.60	6022.60
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1829.80	1967.90	2047.70	2003.10	1946.10
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.15	2.24	2.19	2.13
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	114.20	111.80	121.50	147.40	159.80
Peso del suelo seco + tara	gr	108.70	103.50	109.40	126.80	134.60
Tara	gr	11.70	16.00	21.50	11.90	16.90
Peso de agua	gr	5.50	8.30	12.10	20.60	25.20
Peso del suelo seco	gr	97.00	87.50	87.90	114.90	117.70
Contenido de agua	%	5.67	9.49	13.77	17.93	21.41
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.896	1.968	1.971	1.860	1.755
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.982				
Humedad óptima (%)		12.00				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

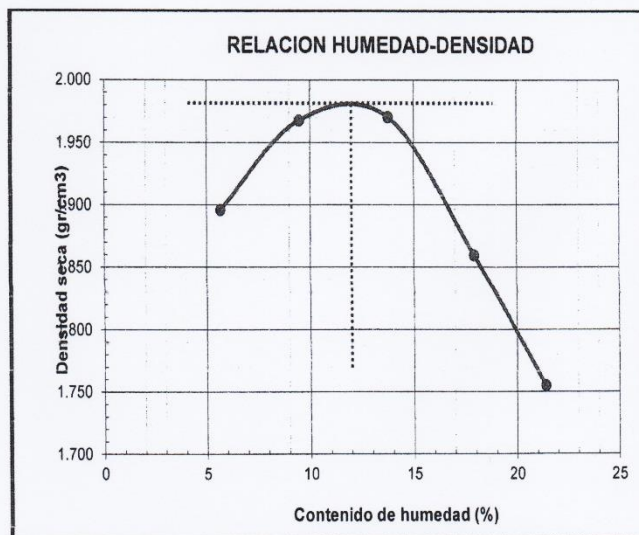
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

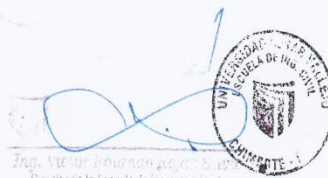
**UNIDAD :** MUESTRA C – 7 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 8

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5811.00	5931.80	6013.30	6035.50	6026.70
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1734.50	1855.30	1936.80	1959.00	1950.20
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.90	2.03	2.12	2.14	2.14
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	135.30	131.30	131.30	119.40	149.90
Peso del suelo seco + tara	gr	129.90	122.50	118.70	104.10	125.70
Tara	gr	26.60	27.70	27.50	16.40	15.90
Peso de agua	gr	5.40	8.80	12.60	15.30	24.20
Peso del suelo seco	gr	103.30	94.80	91.20	87.70	109.80
Contenido de agua	%	5.23	9.28	13.82	17.45	22.04
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.805	1.859	1.863	1.826	1.750
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.868				
Humedad óptima (%)		12.00				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

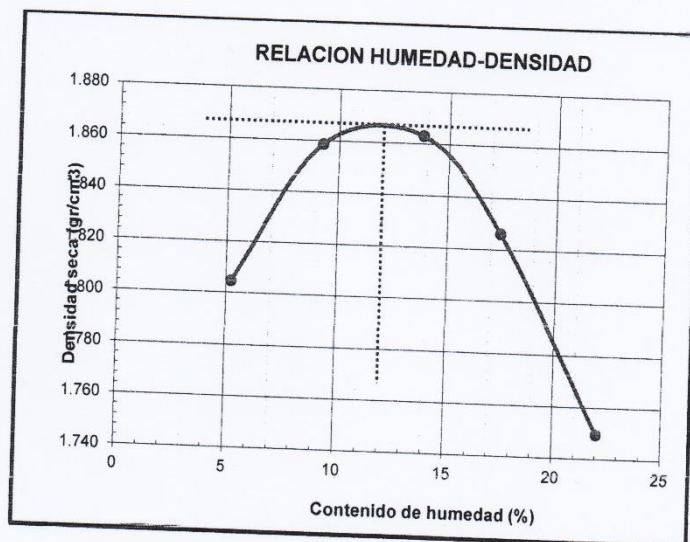


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 8



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 8 + 6%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5842.40	5972.60	6065.40	6084.20	6070.90
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1765.90	1896.10	1988.90	2007.70	1994.40
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.93	2.08	2.18	2.20	2.18
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	162.30	151.50	101.00	115.20	148.80
Peso del suelo seco + tara	gr	155.20	141.10	90.10	100.80	127.60
Tara	gr	26.40	27.70	11.80	16.90	26.60
Peso de agua	gr	7.10	10.40	10.90	14.40	21.20
Peso del suelo seco	gr	128.80	113.40	78.30	83.90	101.00
Contenido de agua	%	5.51	9.17	13.92	17.16	20.99
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.832	1.902	1.911	1.876	1.805

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.913
Humedad óptima (%)	12.50

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

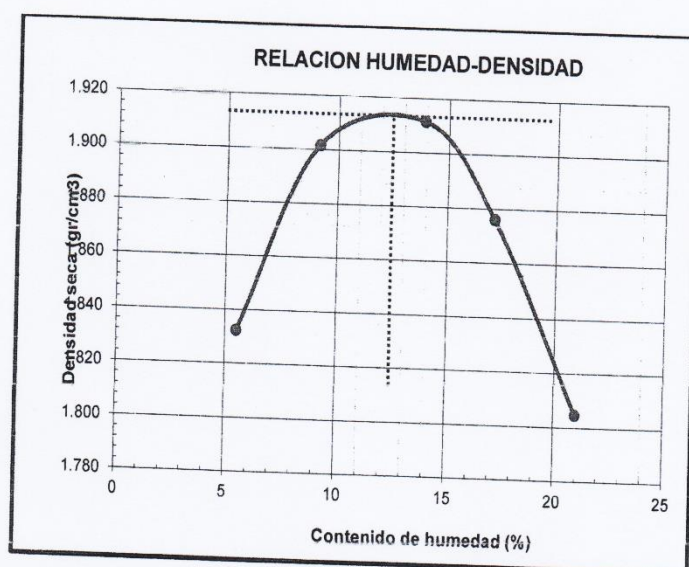


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

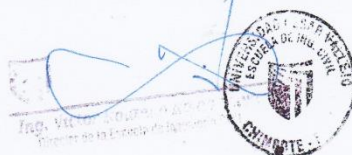
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 8 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C-8 + 10%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

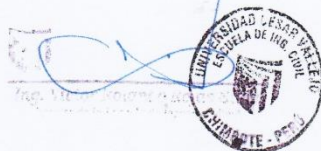
Peso suelo + molde	gr	5918.10	6043.80	6104.90	6112.10	6109.90
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1841.60	1967.30	2028.40	2035.60	2033.40
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.02	2.15	2.22	2.23	2.23
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.90	123.70	123.80	138.00	151.80
Peso del suelo seco + tara	gr	119.60	114.10	110.20	119.40	129.10
Tara	gr	11.70	16.20	11.80	11.70	16.30
Peso de agua	gr	6.30	9.60	13.60	18.60	22.70
Peso del suelo seco	gr	107.90	97.90	98.40	107.70	112.80
Contenido de agua	%	5.84	9.81	13.82	17.27	20.12
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.905	1.962	1.951	1.900	1.853

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.965
Humedad óptima (%)	11.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

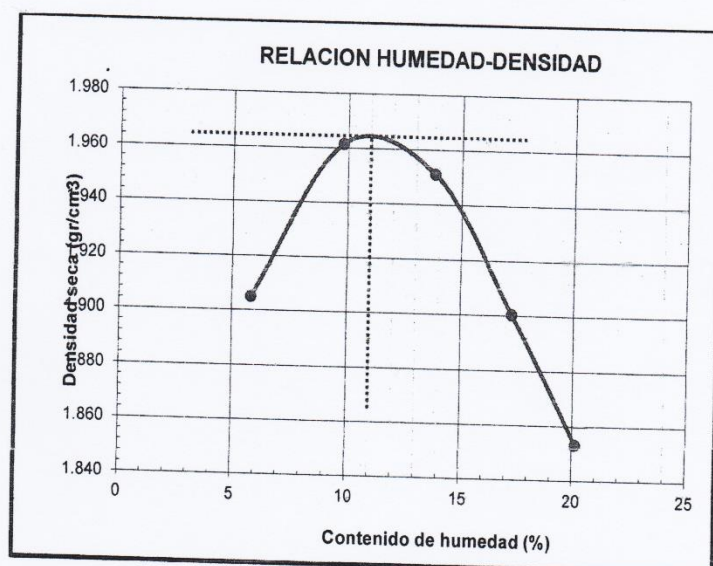


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

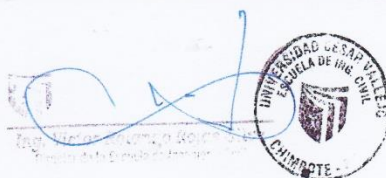
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 8 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 8 + 14%

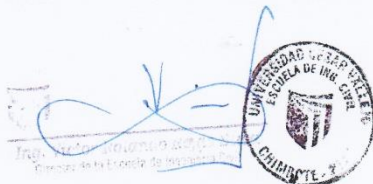
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5872.90	5989.20	6069.20	6055.10	6018.10
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1796.40	1912.70	1992.70	1978.60	1941.60
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.97	2.09	2.18	2.17	2.13
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	114.80	130.30	131.50	146.20	111.10
Peso del suelo seco + tara	gr	108.60	120.10	118.20	126.30	94.50
Tara	gr	16.40	11.20	21.70	16.40	16.40
Peso de agua	gr	6.20	10.20	13.30	19.90	16.60
Peso del suelo seco	gr	92.20	108.90	96.50	109.90	78.10
Contenido de agua	%	6.72	9.37	13.78	18.11	21.25
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.843	1.915	1.917	1.834	1.753
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.926				
Humedad óptima (%)		11.50				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

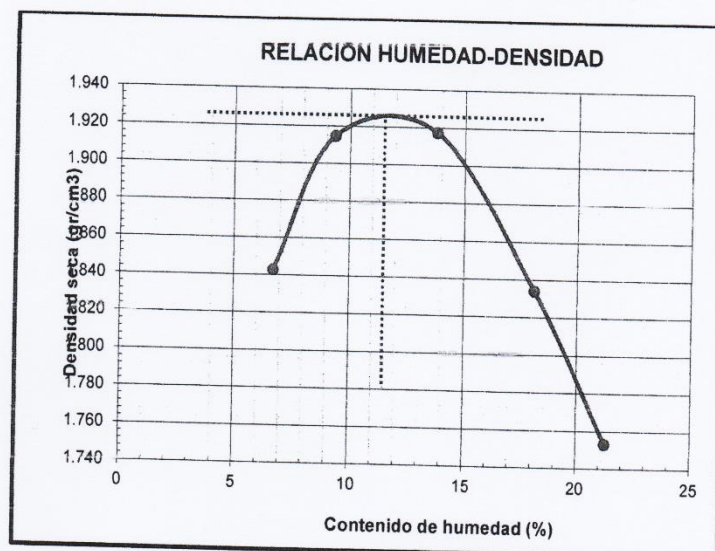


fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 8 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 9

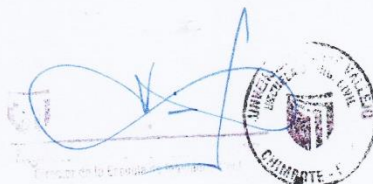
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5803.70	5918.30	5985.40	5979.20	5959.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1727.20	1841.80	1908.90	1902.70	1882.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.69	2.02	2.09	2.08	2.06
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	120.30	134.80	173.50	163.20	163.20
Peso del suelo seco + tara	gr	115.00	124.50	155.60	141.70	137.60
Tara	gr	16.20	11.10	21.40	15.90	15.90
Peso de agua	gr	5.30	10.30	17.90	21.50	25.60
Peso del suelo seco	gr	98.80	113.40	134.20	125.80	121.70
Contenido de agua	%	5.36	9.08	13.34	17.09	21.04
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.795	1.849	1.844	1.779	1.703
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.855				
Humedad óptima (%)		11.00				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

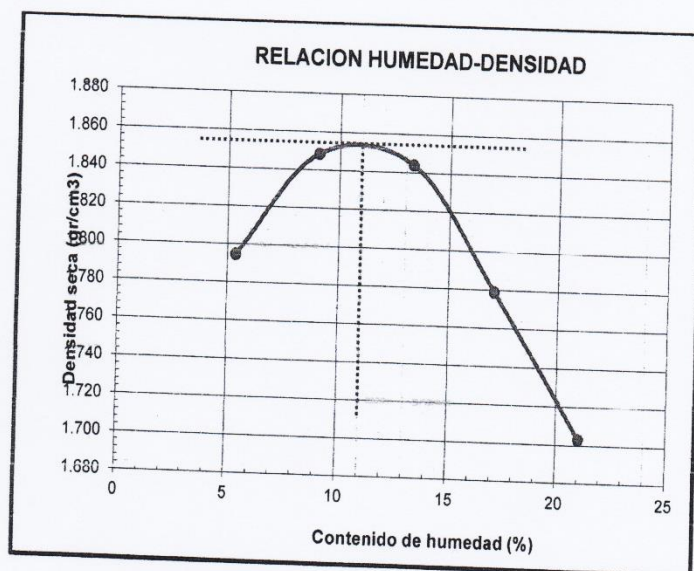


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 9



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 9 + 6%

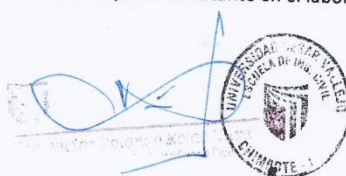
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5894.70	6008.20	6078.20	6060.30	6014.70
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1818.20	1931.70	2001.70	1983.80	1938.20
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.99	2.11	2.19	2.17	2.12
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	133.30	156.30	145.80	179.60	193.90
Peso del suelo seco + tara	gr	127.20	145.20	130.30	156.50	161.40
Tara	gr	16.70	27.70	11.90	26.10	11.60
Peso de agua	gr	6.10	11.10	15.50	23.10	32.50
Peso del suelo seco	gr	110.50	117.50	118.40	130.40	149.80
Contenido de agua	%	5.52	9.45	13.09	17.71	21.70
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.887	1.932	1.938	1.845	1.744
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.944				
Humedad óptima (%)		11.70				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

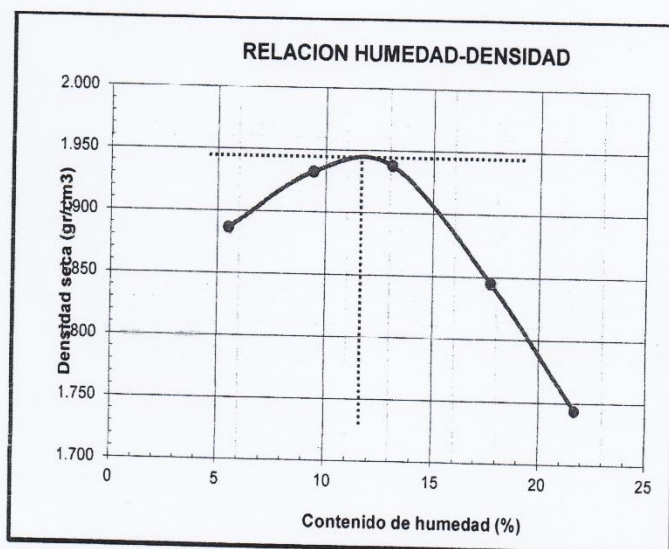


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 9 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C-9 + 10%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5864.70	6006.70	6076.40	6084.20	6057.10
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1788.20	1930.20	1999.90	2007.70	1980.60
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.96	2.11	2.19	2.20	2.17
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	145.10	123.70	132.30	178.90	188.20
Peso del suelo seco + tara	gr	138.80	114.20	118.60	154.30	160.10
Tara	gr	16.10	16.30	15.10	11.90	27.90
Peso de agua	gr	6.30	9.50	13.70	24.60	28.10
Peso del suelo seco	gr	122.70	97.90	103.50	142.40	132.20
Contenido de agua	%	5.13	9.70	13.24	17.28	21.26
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.862	1.926	1.934	1.874	1.788
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.939
Humedad óptima (%)						12.00

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

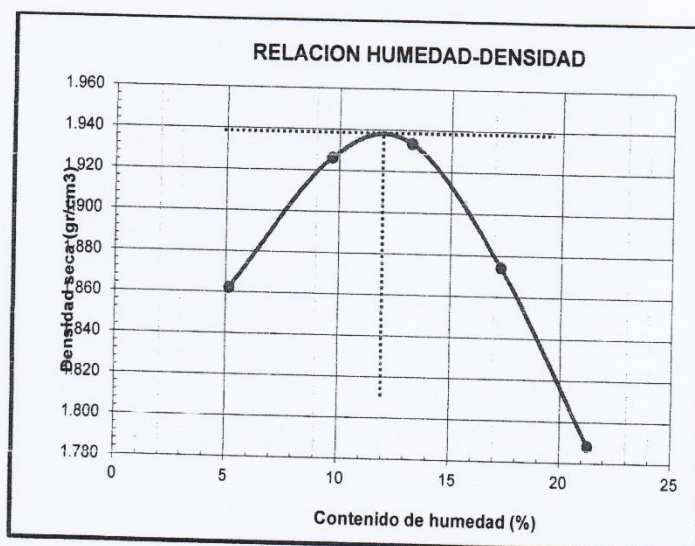


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

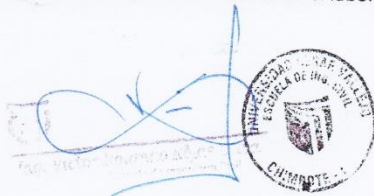
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 9 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 9 + 14%

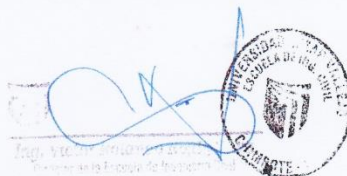
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5903.10	5992.50	6061.70	6080.90	6098.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1826.60	1916.00	1985.20	2004.40	2021.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.10	2.17	2.19	2.21
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	104.90	147.60	156.50	131.20	139.30
Peso del suelo seco + tara	gr	99.20	137.10	141.10	113.50	117.50
Tara	gr	16.40	27.90	26.60	11.90	11.30
Peso de agua	gr	5.70	10.50	15.40	17.70	21.80
Peso del suelo seco	gr	82.80	109.20	114.50	101.60	106.20
Contenido de agua	%	6.88	9.62	13.45	17.42	20.53
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.871	1.914	1.916	1.869	1.837
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.920				
Humedad óptima (%)		11.80				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

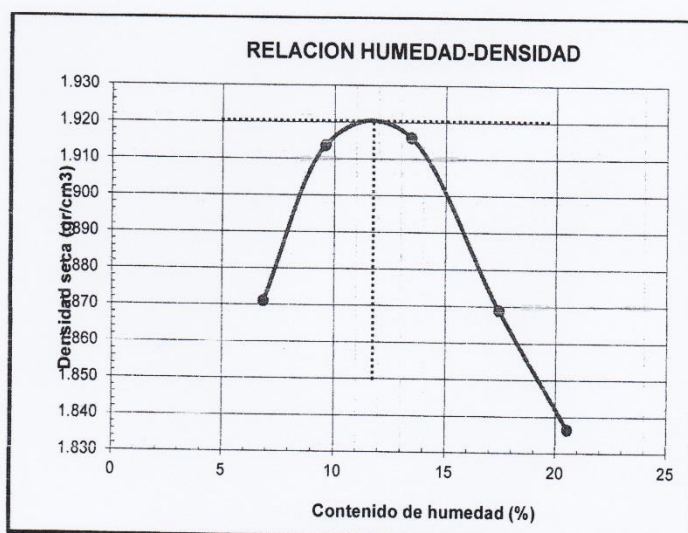


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

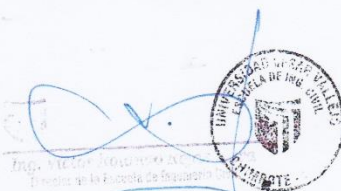
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 9 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 10

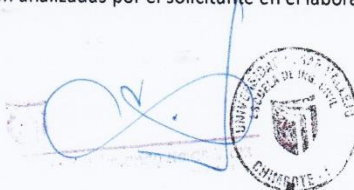
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5834.60	5943.10	6015.10	6021.20	6048.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1758.10	1866.60	1938.60	1944.70	1971.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.92	2.04	2.12	2.13	2.16
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.20	133.80	139.30	171.30	143.40
Peso del suelo seco + tara	gr	119.30	123.60	124.20	148.20	120.30
Tara	gr	16.60	11.70	12.00	16.00	11.40
Peso de agua	gr	5.90	10.20	15.10	23.10	23.10
Peso del suelo seco	gr	102.70	111.90	112.20	132.20	108.90
Contenido de agua	%	5.74	9.12	13.46	17.47	21.21
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.820	1.873	1.871	1.812	1.781
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.879				
Humedad óptima (%)		11.00				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

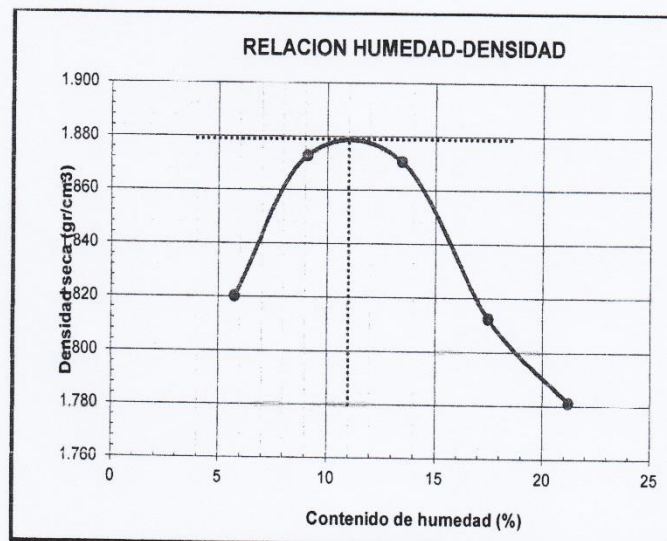


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

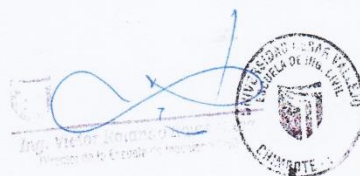
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 10



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10 + 6%

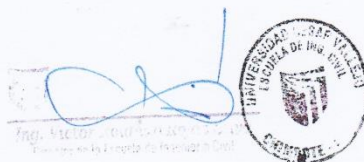
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5904.30	6031.70	6103.40	6092.30	6046.70
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1827.80	1955.20	2026.90	2015.80	1970.20
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.14	2.22	2.21	2.16
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	136.00	126.80	139.40	152.90	166.20
Peso del suelo seco + tara	gr	129.10	116.90	124.10	133.50	142.50
Tara	gr	11.70	11.50	11.70	21.50	27.40
Peso de agua	gr	6.90	9.90	15.30	19.40	23.70
Peso del suelo seco	gr	117.40	105.40	112.40	112.00	115.10
Contenido de agua	%	5.88	9.39	13.61	17.32	20.59
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.890	1.957	1.953	1.881	1.789
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.965				
Humedad óptima (%)		11.30				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

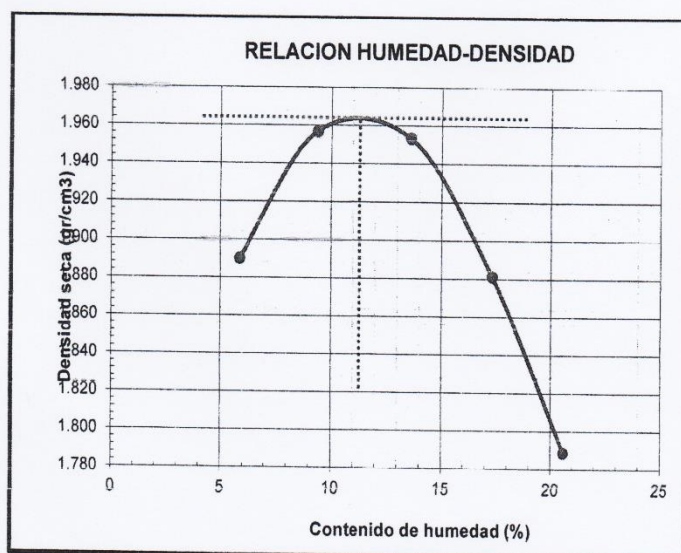
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 10 + 6%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C-10 + 10%

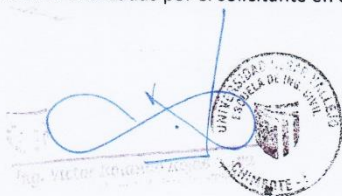
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5844.80	6017.10	6082.90	6054.20	6036.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1768.30	1940.60	2006.40	1977.70	1959.70
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.94	2.12	2.20	2.17	2.15
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	144.10	161.40	141.60	147.80	166.30
Peso del suelo seco + tara	gr	138.40	149.70	128.30	129.60	142.10
Tara	gr	27.90	27.80	27.90	26.40	26.40
Peso de agua	gr	5.70	11.70	13.30	18.20	24.20
Peso del suelo seco	gr	110.50	121.90	100.40	103.20	115.70
Contenido de agua	%	5.16	9.60	13.25	17.64	20.92
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.841	1.939	1.940	1.841	1.774
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.952				
Humedad óptima (%)		11.50				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

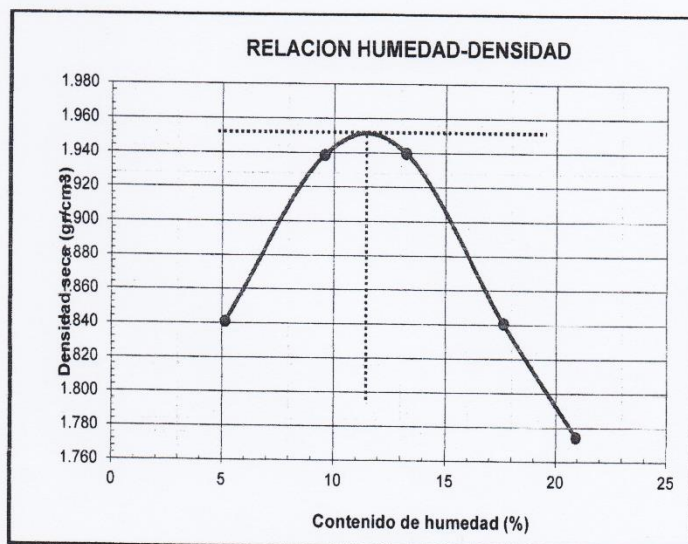


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

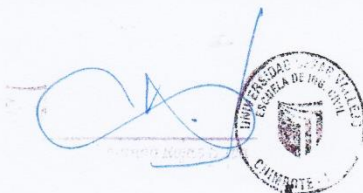
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10 + 10%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017  
**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO  
**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO  
**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH  
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10 + 14%

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Peso suelo + molde	gr	5901.50	5996.80	6065.60	6062.40	6033.40
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1825.00	1920.30	1989.10	1985.90	1956.90
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.10	2.18	2.17	2.14
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	135.40	128.70	148.80	139.80	149.90
Peso del suelo seco + tara	gr	129.30	119.10	132.10	121.30	127.60
Tara	gr	16.50	16.10	11.70	16.20	21.50
Peso de agua	gr	6.10	9.60	16.70	18.50	22.30
Peso del suelo seco	gr	112.80	103.00	120.40	105.10	106.10
Contenido de agua	%	5.41	9.32	13.87	17.60	21.02
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.896	1.923	1.913	1.849	1.770
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.925				
Humedad óptima (%)		10.50				

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

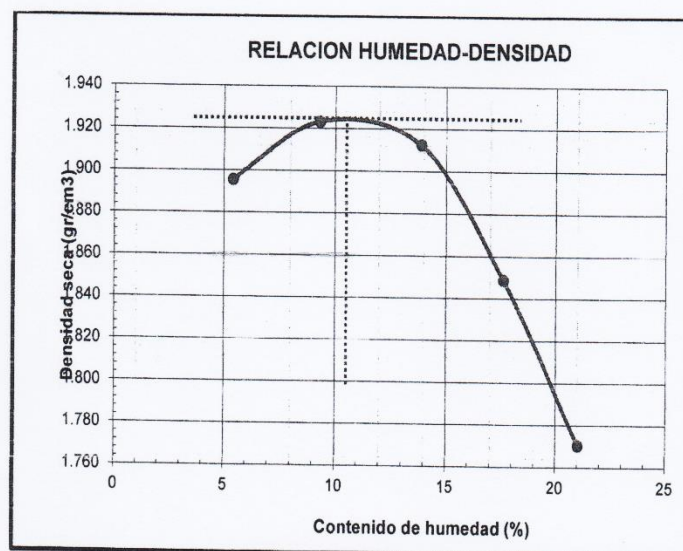
**TESIS :** MEJORAMIENTO DEL SUELO COLAPSABLE CON FINES DE CIMENTACIÓN  
MEZCLANDO CEMENTO DILUIDO EN AGUA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO  
MAGDALENA NUEVA – CHIMBOTE 2017

**TESISTA :** CACEDA RODRIGUEZ ELMER EDUARDO

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

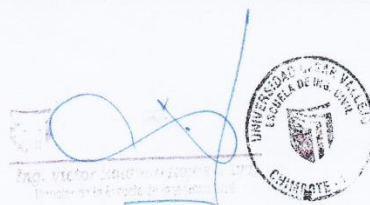
**UNIDAD :** MUESTRA C – 10 + 14%



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodríguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Corte Directo del Patron Natural C - 4

PERFORACIÓN : 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-64-81

ANCHO 6 cm

AREA 36 cm<sup>2</sup>

Gs 1.7

VELOCIDAD 1 mm/min

Vm 280 gr

LONG 8 cm

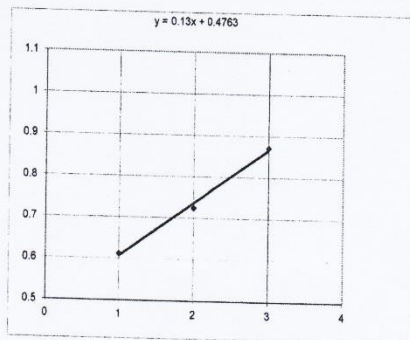
ALTURA 4 cm

VOLUMEN 144 cm<sup>3</sup>

%W 14 %

FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T	σ <sub>1</sub>	1	σ <sub>2</sub>	2	σ <sub>3</sub>	3	σ <sub>4</sub>	4
min	L.D (un)	F.C. Kg	L.D (un)	F.C. Kg	L.D (un)	F.C. Kg	L.D (un)	F.C. Kg
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.75	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.50	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.00	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.50	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3.00	0.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3.50	0.350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4.00	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4.50	0.450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.00	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.50	0.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.00	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.50	0.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.00	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.50	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8.00	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8.50	0.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9.00	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO ( 18

COHESION APARENTE DEL SUELO (kg/m<sup>2</sup>) 0.01

CAMPUS CHIMBOTE

Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires

Av. Central Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Ing. Víctor J. Araya

Director de la Escuela de Ingeniería

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CHIMBOTE

fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



## CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentacion mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Capacidad Portante del Patron Natural C - 4

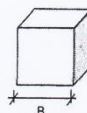
FECHA :  
Prof. NIVEL FREATICO, [m]: 1.50

### Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga  
qad = Capacidad admisible de carga  
Fc = Factor de seguridad  
 $\gamma$  = Peso especifico Total  
B = Ancho de Zapata en m.  
Df = Profundidad de Cimentacion en m.  
C = Cohesion  
 $\phi$  = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

- Si:  
 $\gamma$  = 1.65 kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  = 18°  
Nq = 6.0  
Nc = 15.1  
N $\gamma$  = 2.6  
C = 0.01  
Fc = 3.00

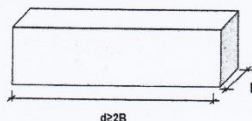
qad = Capacidad Admisible Kg/cm <sup>2</sup>	"B" ANCHO DE ZAPATA	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
	0.5 m.	0.22	0.22	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.26
"DF" de PROF. de Cimentacion.	1.0 m.	0.38	0.39	0.40	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42
	1.5 m.	0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	0.58	0.59

### Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga  
qad = Capacidad admisible de carga  
Fc = Factor de seguridad  
 $\gamma$  = Peso especifico Total  
B = Ancho de Zapata en m.  
Df = Profundidad de Cimentacion en m.  
C = Cohesion  
 $\phi$  = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = cN_c + \gamma D_f N_q + 0.5\gamma B N_\gamma$$

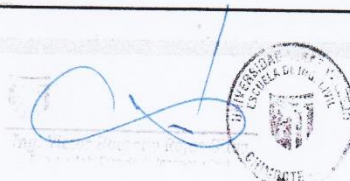
- Si:  
 $\gamma$  = 1.65 kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  = 18°  
Nq = 6.0  
Nc = 15.1  
N $\gamma$  = 2.6  
C = 0.01  
Fc = 3.00

qad = Capacidad Admisible Kg/cm <sup>2</sup>	"B" ANCHO DE CIMIENTO	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
	0.5 m.	0.22	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.27	0.27
"DF" de PROF. de Cimentacion.	1.0 m.	0.39	0.40	0.40	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44
	1.5 m.	0.56	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60	0.61

CAMPUS CHIMBOTE

Mz. H.L.T. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentacion mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Calculo del Asentamiento del Patron Natural C - 4

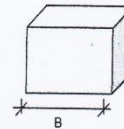
FECHA :

### CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.  
qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>  
E = Modulo de elasticidad  
μ = Modulo de Poisson  
B = Ancho de Zapata en m.  
lw = factor de Influencia  
df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot lw$$



Si:

μ = 0.30  
E = 1050 Ton/m<sup>2</sup>  
lw = 112 cm/m  
Df = 1.5 m.

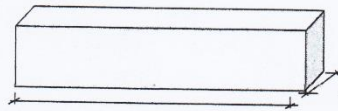
S =		"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad		0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	0.58	0.59
Asentamiento		0.427 cm.	0.486 cm.	0.545 cm.	0.606 cm.	0.668 cm.	0.731 cm.	0.794 cm.	0.860 cm.

### CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES ( Cimientos Corridos )

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.  
qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>  
E = Modulo de elasticidad  
μ = Modulo de Poisson  
B = Ancho de Zapata en m.  
lw = factor de Influencia  
df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot lw$$



Si:

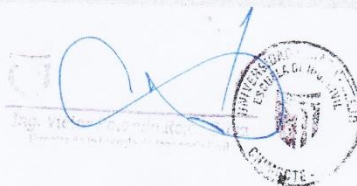
μ = 0.30  
E = 1050 Ton/m<sup>2</sup>  
lw = 112 cm/m  
Df = 1.5 m.

S =		"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad		0.56	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60	0.61
Asentamiento		0.431 cm.	0.491 cm.	0.553 cm.	0.616 cm.	0.680 cm.	0.746 cm.	0.813 cm.	0.881 cm.

### CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permisible 2.50 cm.

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

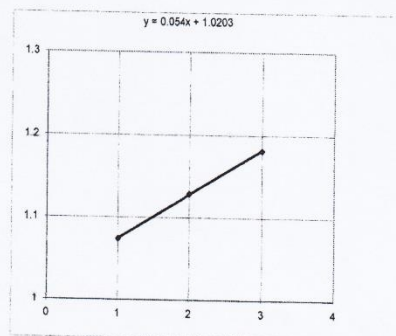
MUESTRA : Corte Directo Mezclando Cemento Diluido al 6% C - 4

PERFORACIÓN: 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-64-81  
ANCHO 6 cm  
AREA 36 cm<sup>2</sup>  
D<sub>s</sub> 1.6  
VELOCIDAD 1 mm/min  
Wm 280 gr

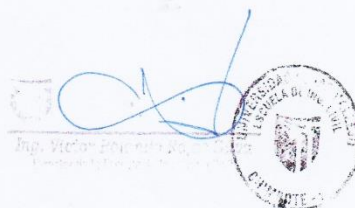
LONG 6 cm  
ALTURA 4 cm  
VOLUMEN 144 cm<sup>3</sup>  
%W 15 %  
FACTOR DE CALIBRACIÓN 4.559

T	D.H	Lc	Area Corregida	σ1	1	σ2	2	σ3	3	σ	r	sg/cm <sup>2</sup>
min	cm		AC=π*Lc (cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	L.D (un)	F.C. Kg	L.D (un)	F.C. Kg			
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.874
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.129
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.182
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.559	0.129	2.000	9.118	0.258	4.000	18.236	0.515
1.50	0.150	5.850	35.100	3.000	13.677	0.390	3.500	15.957	0.455	4.500	20.516	0.584
2.00	0.200	5.800	34.800	4.500	20.516	0.590	4.800	21.863	0.629	5.200	23.707	0.681
2.50	0.250	5.750	34.500	5.200	23.707	0.687	5.500	25.075	0.727	5.800	26.442	0.766
3.00	0.300	5.700	34.200	6.000	27.354	0.820	6.400	29.178	0.853	6.200	28.266	0.826
3.50	0.350	5.650	33.900	6.500	29.634	0.874	6.700	30.545	0.901	6.500	29.634	0.874
4.00	0.400	5.600	33.600	7.000	31.913	0.950	7.200	32.825	0.977	7.000	31.913	0.950
4.50	0.450	5.550	33.300	7.200	32.825	0.986	7.500	34.193	1.027	7.200	32.825	0.986
5.00	0.500	5.500	33.000	7.500	34.193	1.036	7.800	35.560	1.078	7.500	34.193	1.036
5.50	0.550	5.450	32.700	7.700	35.104	1.074	8.100	36.928	1.129	7.800	35.560	1.101
6.00	0.600	5.400	32.400	7.000	31.913	0.985	7.500	34.193	1.056	8.400	38.298	1.182
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.200	32.825	1.023
7.00	0.700	5.300	31.800									
7.50	0.750	5.250	31.500									
8.00	0.800	5.200	31.200									
8.50	0.850	5.150	30.900									
9.00	0.900	5.100	30.600									



ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL S 24  
COHESION APARENTE DEL SUELO (kg/l) 0.02

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentacion mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Capacidad Portante mezclando cemento diluido al 6% C - 4

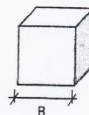
FECHA :  
Prof. NIVEL FREATICO, [m]: 1.50

### Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga  
qad = Capacidad admisible de carga  
Fc = Factor de seguridad  
 $\gamma$  = Peso especifico Total  
B = Ancho de Zapata en m.  
Df = Profundidad de Cimentacion en m.  
C = Cohesion  
 $\phi$  = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.4\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- $\gamma$  = 1.67 kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  = 24°  
N<sub>q</sub> = 11.4  
N<sub>c</sub> = 23.4  
N<sub>γ</sub> = 7.1  
C = 0.02  
F<sub>c</sub> = 3.00

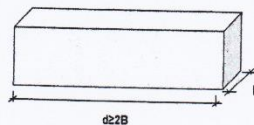
"DF" PROF. de Cimentacion.	"B" ANCHO DE ZAPATA							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.46	0.48	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.57
1.0 m.	0.78	0.80	0.81	0.83	0.84	0.86	0.88	0.89
1.5 m.	1.10	1.11	1.13	1.15	1.16	1.18	1.19	1.21

### Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga  
qad = Capacidad admisible de carga  
Fc = Factor de seguridad  
 $\gamma$  = Peso especifico Total  
B = Ancho de Zapata en m.  
Df = Profundidad de Cimentacion en m.  
C = Cohesion  
 $\phi$  = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- $\gamma$  = 1.67 kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  = 24°  
N<sub>q</sub> = 11.4  
N<sub>c</sub> = 23.4  
N<sub>γ</sub> = 7.1  
C = 0.01  
F<sub>c</sub> = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacion.	"B" ANCHO DE CIMENTO							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61
1.0 m.	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93
1.5 m.	1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentacion mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Calculo del Asentamiento mezclando cemento diluido al 6% C - 4

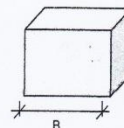
FECHA :

### CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.  
 $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>  
 $E$  = Modulo de elasticidad  
 $\mu$  = Modulo de Poisson  
 $B$  = Ancho de Zapata en m.  
 $I_w$  = factor de Influencia  
 $df$  = Profundidad

$$S = \frac{q_{ad} \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot I_w$$



Si:

$\mu$  = 0.30  
 $E$  = 1500 Ton/m<sup>2</sup>  
 $I_w$  = 112 cm/m  
 $df$  = 1.5 m.

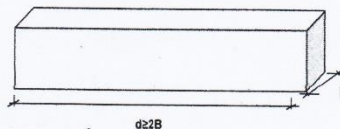
S =		"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
q <sub>ad</sub>		1.10	1.11	1.13	1.15	1.16	1.18	1.19	1.21
Asentamiento		0.597 cm	0.681 cm	0.768 cm	0.856 cm	0.947 cm	1.040 cm	1.135 cm	1.232 cm

### CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES ( Cimientos Corridos )

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.  
 $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>  
 $E$  = Modulo de elasticidad  
 $\mu$  = Modulo de Poisson  
 $B$  = Ancho de Zapata en m.  
 $I_w$  = factor de Influencia  
 $df$  = Profundidad

$$S = \frac{q_{ad} \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot I_w$$



Si:

$\mu$  = 0.30  
 $E$  = 1050 Ton/m<sup>2</sup>  
 $I_w$  = 112 cm/m  
 $df$  = 1.5 m.

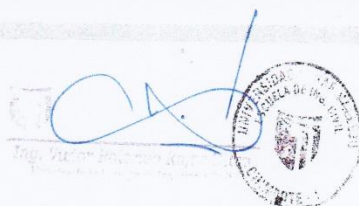
S =		"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
q <sub>ad</sub>		1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25
Asentamiento		0.862 cm.	0.987 cm.	1.115 cm.	1.248 cm.	1.384 cm.	1.524 cm.	1.668 cm.	1.816 cm.

### CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permissible 2.50 cm.

#### CAMPUS CHIMBOTE

Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
 Av. Central Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodríguez Eimer Eduardo

MUESTRA : Corte Directo Mezclando Cemento Diluido al 10% C - 4

PERFORACIÓN: 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-64-81

ANCHO 6 cm

AREA 36 cm<sup>2</sup>

Gs 1.67

VELOCIDAD 1 mm/min

Vm 280 gr

LONG 6 cm

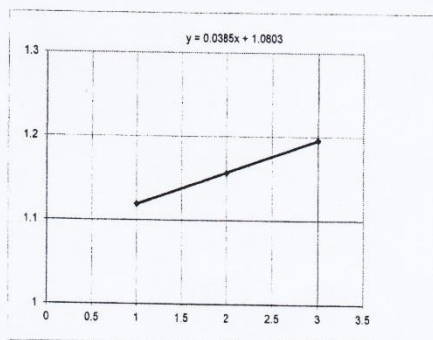
ALTURA 4 cm

VOLUMEN 144 cm<sup>3</sup>

%W 19 %

FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T	D.H	Lo	Area Corregida	σ1	1	Kg/cm <sup>2</sup>	σ2	2	Kg/cm <sup>2</sup>	σ3	3	Kg/cm <sup>2</sup>	σ	τ	kg/cm <sup>2</sup>
mm	cm		AC=PL (cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C	Kg	L.D (un)	F.C	Kg	L.D (un)	F.C	Kg			
0.00	0.000	5.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1.119	kg/cm <sup>2</sup>
0.25	0.025	5.975	35.862	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2	1.187	kg/cm <sup>2</sup>
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3	1.196	kg/cm <sup>2</sup>
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.559	0.129	3.000	13.877	0.286	4.000	18.236	0.515			
1.50	0.150	5.850	35.100	3.300	15.045	0.429	4.100	18.682	0.533	5.000	22.795	0.648			
2.00	0.200	5.800	34.800	5.000	22.795	0.655	5.000	22.795	0.655	5.700	25.986	0.747			
2.50	0.250	5.750	34.500	5.400	24.619	0.714	5.800	26.442	0.766	6.400	29.176	0.846			
3.00	0.300	5.700	34.200	6.000	27.354	0.800	6.200	28.266	0.826	6.600	30.689	0.880			
3.50	0.350	5.650	33.900	6.800	31.001	0.914	6.500	29.634	0.874	6.800	31.001	0.914			
4.00	0.400	5.600	33.600	7.000	31.913	0.950	6.800	31.001	0.923	7.000	31.913	0.950			
4.50	0.450	5.550	33.300	7.200	35.104	1.054	7.000	31.913	0.958	7.200	32.825	0.986			
5.00	0.500	5.500	33.000	8.100	36.928	1.115	7.200	32.825	0.995	7.400	33.737	1.022			
5.50	0.550	5.450	32.700	7.500	34.163	1.046	8.300	37.640	1.167	7.600	35.560	1.087			
6.00	0.600	5.400	32.400	0.000	0.000	0.000	7.000	31.913	0.965	8.500	39.752	1.196			
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.200	32.825	1.022			
7.00	0.700	5.300	31.800												
7.50	0.750	5.250	31.500												
8.00	0.800	5.200	31.200												
8.50	0.850	5.150	30.900												
9.00	0.900	5.100	30.600												



ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL SUELO 25

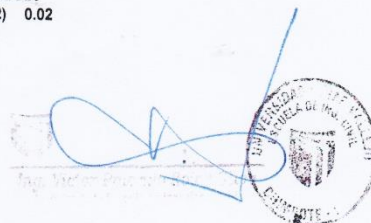
COHESION APARENTE DEL SUELO (kg/m<sup>2</sup>) 0.02

CAMPUS CHIMBOTE

Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires

Av. Central Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe





### CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodríguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Capacidad Portante mezclando cemento diluido al 10% C - 5

FECHA : 22/04/17

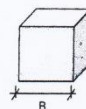
Prof. NIVEL FREÁTICO, [m]: 1.30

#### Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- $q_c$  = Capacidad última de carga  
 $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga  
 $F_c$  = Factor de seguridad  
 $\gamma$  = Peso específico Total  
 $B$  = Ancho de Zapata en m.  
 $D_f$  = Profundidad de Cimentación en m.  
 $C$  = Cohesión  
 $\phi$  = Angulo de fricción Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.4\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- $\gamma$  = 1.68 kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  = 25°  
 $N_q$  = 12.7  
 $N_c$  = 25.1  
 $N_\gamma$  = 8.3  
 $C$  = 0.02  
 $F_c$  = 3.00

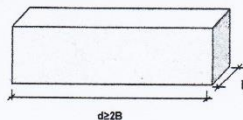
"B" ANCHO DE ZAPATA								
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.53	0.55	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66
1.0 m.	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.01
1.5 m.	1.24	1.26	1.28	1.30	1.31	1.33	1.35	1.37

#### Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- $q_c$  = Capacidad última de carga  
 $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga  
 $F_c$  = Factor de seguridad  
 $\gamma$  = Peso específico Total  
 $B$  = Ancho de Zapata en m.  
 $D_f$  = Profundidad de Cimentación en m.  
 $C$  = Cohesión  
 $\phi$  = Angulo de fricción Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- $\gamma$  = 1.68 kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  = 25°  
 $N_q$  = 12.7  
 $N_c$  = 25.1  
 $N_\gamma$  = 8.3  
 $C$  = 0.02  
 $F_c$  = 3.00

"B" ANCHO DE CIMIENTO								
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.54	0.57	0.59	0.61	0.64	0.66	0.68	0.71
1.0 m.	0.90	0.92	0.95	0.97	0.99	1.02	1.04	1.06
1.5 m.	1.27	1.30	1.32	1.34	1.37	1.39	1.41	1.44

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Ing. Victor Rolando Rojas



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#salíadelante  
ucv.edu.pe





## CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentacion mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodríguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Calculo del Asentamiento mezclando cemento diluido al 10% C - 4

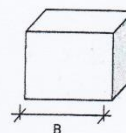
FECHA :

### CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.  
 $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>  
 $E$  = Modulo de elasticidad  
 $\mu$  = Modulo de Poisson  
 $B$  = Ancho de Zapata en m.  
 $I_w$  = factor de Influencia  
 $d_f$  = Profundidad

$$S = \frac{q_{ad} \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot I_w$$



Si:

$\mu$  = 0.30  
 $E$  = 1500 Ton/m<sup>2</sup>  
 $I_w$  = 112 cm/m  
 $d_f$  = 1.5 m.

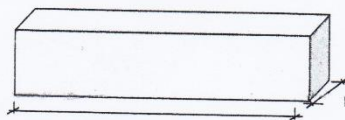
S =	"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
$q_{ad}$	1.23	1.25	1.27	1.28	1.30	1.32	1.34	1.35
Asentamiento	0.658 cm.	0.763 cm.	0.860 cm.	0.960 cm.	1.063 cm.	1.168 cm.	1.276 cm.	1.386 cm.

### CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES ( Cimientos Corridos )

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.  
 $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>  
 $E$  = Modulo de elasticidad  
 $\mu$  = Modulo de Poisson  
 $B$  = Ancho de Zapata en m.  
 $I_w$  = factor de Influencia  
 $d_f$  = Profundidad

$$S = \frac{q_{ad} \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot I_w$$



Si:

$\mu$  = 0.30  
 $E$  = 1500 Ton/m<sup>2</sup>  
 $I_w$  = 112 cm/m  
 $d_f$  = 1.5 m.

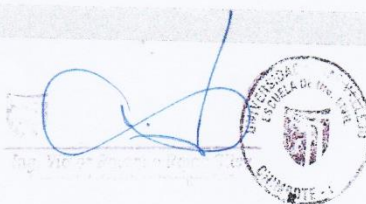
S =	"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
$q_{ad}$	1.26	1.28	1.30	1.33	1.35	1.37	1.40	1.42
Asentamiento	0.682 cm.	0.782 cm.	0.885 cm.	0.991 cm.	1.100 cm.	1.212 cm.	1.327 cm.	1.446 cm.

### CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es inferior a lo Permisible 2.50 cm.

CAMPUS CHIMBOTE

Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
 Av. Central Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

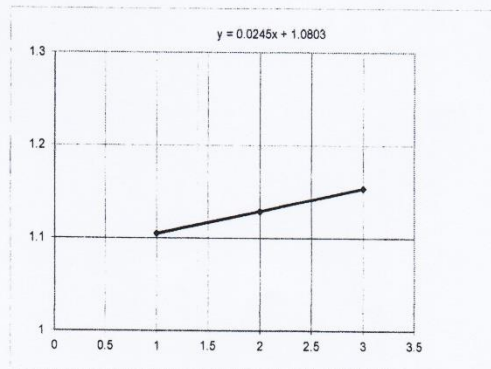
MUESTRA : Corte Directo Mezclando Cemento Diluido al 14% C - 5

PERFORACIÓN: 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-64-81  
ANCHO 6 cm  
AREA 36 cm<sup>2</sup>  
Gs 1.6  
VELOCIDAD 1 mm/min  
Wm 280 gr

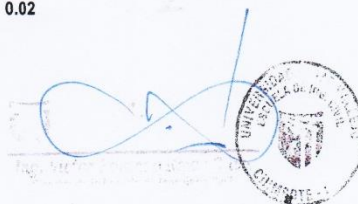
LONG 6 cm  
ALTURA 4 cm  
VOLUMEN 144 cm<sup>3</sup>  
%W 15 %  
FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T	D.H	Lc	Area Corregida	σ1	1	Kg/cm2	σ2	2	Kg/cm2	σ3	3	Kg/cm2	σ	τ	
min	cm		AC=6*Lc (cm2)	L.D (un)	F.C.	Kg	L.D (un)	F.C.	Kg	L.D (un)	F.C.	Kg			
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1.105	kg/cm2
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2	1.129	kg/cm2
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3	1.154	kg/cm2
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.559	0.129	3.000	13.677	0.386	4.000	18.236	0.515			
1.50	0.150	5.850	35.100	3.200	14.586	0.416	4.100	18.692	0.533	4.900	22.339	0.636			
2.00	0.200	5.800	34.800	4.900	22.339	0.642	5.000	22.795	0.655	5.600	25.530	0.734			
2.50	0.250	5.750	34.500	5.300	24.163	0.706	5.600	25.530	0.740	6.300	28.722	0.833			
3.00	0.300	5.700	34.200	6.000	27.354	0.800	6.100	27.810	0.813	6.500	29.634	0.866			
3.50	0.350	5.650	33.900	6.600	30.089	0.888	6.600	30.089	0.888	6.700	30.545	0.901			
4.00	0.400	5.600	33.600	7.100	32.366	0.963	6.900	31.457	0.936	7.000	31.913	0.950			
4.50	0.450	5.550	33.300	7.500	34.193	1.027	7.100	32.369	0.972	7.100	32.369	0.972			
5.00	0.500	5.500	33.000	8.000	36.472	1.105	7.500	34.193	1.036	7.300	33.281	1.008			
5.50	0.550	5.450	32.700	7.400	33.737	1.032	8.100	36.928	1.129	7.700	35.104	1.074			
6.00	0.600	5.400	32.400	0.000	0.000	0.000	7.500	34.193	1.055	8.200	37.384	1.154			
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.500	34.193	1.065			
7.00	0.700	5.300	31.800												
7.50	0.750	5.250	31.500												
8.00	0.800	5.200	31.200												
8.50	0.850	5.150	30.900												
9.00	0.900	5.100	30.600												



ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL COHESION APARENTE DEL SUELO (k 23  
0.02

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



### CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : "Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentacion mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva - Chimbote 2017"

UBICACIÓN : Asentamiento Humano Magdalena Nueva

SOLICITA : Caceda Rodriguez Elmer Eduardo

MUESTRA : Capacidad Portante mezclando cemento diluido al 14% C - 4

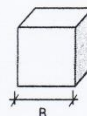
FECHA :  
Prof. NIVEL FREATICO, [m]: 1.50

#### Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- $q_c$  = Capacidad ultima de carga
- $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga
- $F_c$  = Factor de seguridad
- $\gamma$  = Peso especifico Total
- $B$  = Ancho de Zapata en m.
- $D_f$  = Profundidad de Cimentacion en m.
- $C$  = Cohesion
- $\phi$  = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.4\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- $\gamma$  = 1.69 kg/cm<sup>3</sup>
- $\phi$  = 23°
- $N_q$  = 10.2
- $N_c$  = 21.8
- $N_\gamma$  = 6.0
- $C$  = 0.02
- $F_c$  = 3.00

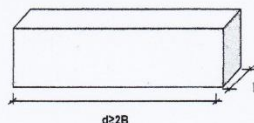
qad = Capacidad Admisible Kg/cm <sup>2</sup>	"B" ANCHO DE ZAPATA							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
"Df" PROF. de Cimentacion.	0.5 m.	0.42	0.43	0.44	0.46	0.47	0.48	0.51
	1.0 m.	0.70	0.72	0.73	0.74	0.76	0.77	0.80
	1.5 m.	0.99	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.09

#### Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- $q_c$  = Capacidad ultima de carga
- $q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga
- $F_c$  = Factor de seguridad
- $\gamma$  = Peso especifico Total
- $B$  = Ancho de Zapata en m.
- $D_f$  = Profundidad de Cimentacion en m.
- $C$  = Cohesion
- $\phi$  = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma$$

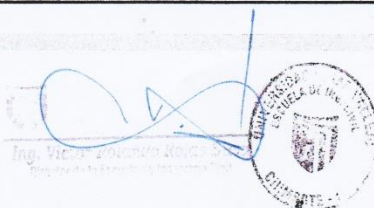
Si:

- $\gamma$  = 1.69 kg/cm<sup>3</sup>
- $\phi$  = 23°
- $N_q$  = 10.2
- $N_c$  = 21.8
- $N_\gamma$  = 6.0
- $C$  = 0.02
- $F_c$  = 3.00

qad = Capacidad Admisible Kg/cm <sup>2</sup>	"B" ANCHO DE CIMIENTO							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
"Df" PROF. de Cimentacion.	0.5 m.	0.42	0.44	0.46	0.47	0.49	0.51	0.54
	1.0 m.	0.71	0.73	0.75	0.76	0.78	0.80	0.81
	1.5 m.	1.00	1.02	1.03	1.05	1.07	1.08	1.12

CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe







ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

DATOS GENERALES		
Angulo de Fricción	25	°
Cohesión	0.02	ton/m <sup>2</sup>
Peso Específico de Suelo por encima del N.C.	1.62	ton/m <sup>3</sup>
Peso Específico de Suelo por debajo del N.C.	1.68	ton/m <sup>3</sup>
Relación Ancho Largo (B/L)	1	
Factor de Seguridad	3	
Carga Total	12	ton

(ZAPATA CUADRADA)

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		
	N <sup>c</sup>	N <sup>γ</sup>	N <sup>q</sup>
Cuadrada	25.12	8.34	12.72

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
Cuadrada	1.50	1.00	3.84	1.28
	1.50	1.00	3.84	1.28
	1.50	1.00	3.84	1.28
	1.50	1.00	3.84	1.28

Qact (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición Qadm > Qact
1.20	Cumple
1.20	Cumple
1.20	Cumple
1.20	Cumple

  
**Ing. Victor Rolando Rojas**  
Director de la Escuela de Ingeniería



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Eliminación de material de relleno no calificado se determinó mediante el estudio de todas las calicatas, se tiene que cortar y eliminar el material de relleno no calificado, ya que no es recomendable para material de estudio y tampoco recomendable para cimentar sobre ese suelo.
2. Identificar la zona de cimentación de la zapata cuadrada para ser marcada por yeso todo el área a trabajar, se realizó el corte de material con una profundidad de 2.70 m. donde 1.50m. será la altura de la cimentación y un 1.20 m de suelo mejorado por cada capa de 0.20 m. según la norma E-0.50, siendo este material que se le hará su dosificación, si la altura de excavación se encuentra en estado poco saturado se usa una bomba 4" para poder trabajar.
3. Se colocara entibados para poder reducir cualquier riesgo de accidentalidad en el trabajo de excavación así provee un sitio seguro para que los obreros trabajen, ahorrando tiempo, costos y aumentando la productividad.
4. Teniendo libre la zona donde se asentara la cimentación se comienza a hacer la compactación manual por capa de 0.20 m. de una altura de 1.20 m para mejorar el suelo colapsable.
5. Una vez que se seca la densidad de campo se va llenando capa por capa, donde se hará hasta el nivel de mejoramiento requerido.
6. Después de haber mejorado el suelo colapsable se procedió a colocar la estructura de acero (parrilla) de la zapata cuadrada para luego acoplar la columna con sus respectivos estribos.
7. Una vez terminada los cimientos se procederá a colocar todas las instalaciones de la edificación, para luego hacer los sobre cimientos y levantar muros hasta llegar a la piso requerido de 3 niveles o menos, según la edificación que deseen construir.

## CUADRO COMPRATIVO DE RESULTADOS

Análisis Granulométrico						
CALICATAS MUESTRAS	TIPO DE SUELO	HUMEDAD	LIMITE PLASTICO	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFICACION AASHTO
C1	SP	20.18	NP	12.26	NP	A1 - b(0)
C2	SP	35.95	19.34	24.63	5.29	A-2 - 4(0)
C3	SP-SM	36.68	NP	18.51	NP	A-2 - 4(0)
C4	SP	37.26	NP	16.10	NP	A-2 - 4(0)
C5	SP-SM-SC	30.67	17.10	24.44	7.34	A-2 - 4(0)
C6	SP-SM-SC	28.96	19.34	25.02	5.68	A-2 - 4(0)
C7	SP	26.41	17.06	24.49	7.43	A-2 - 4(0)
C8	SP	25.82	NP	NP	NP	A1 - b(0)
C9	SP	28.96	NP	NP	NP	A1 - b(0)
C10	SP	21.75	NP	NP	NP	A1 - b(0)

Proctor Modificado					
CALICATAS MUESTRAS		CAPAS	GOLPES	DENSIDAD MAXIMA	HUMEDAD OPTIMA
C1	PATRON NATURAL	5	25	1.844	11.00
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.986	10.00
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.970	12.00
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.958	11.30
C2	PATRON NATURAL	5	25	1.840	10.00
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.882	12.50
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.980	12.30
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.956	10.40
C3	PATRON NATURAL	5	25	1.882	11.00
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.983	11.70
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.965	12.00
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.953	11.50
C4	PATRON NATURAL	5	25	1.759	12.00
	6% CEMENTO DILUDIO EN AGUA	5	25	1.988	10.08
	10% CEMENTO DILUDIO EN AGUA	5	25	1.970	13.00
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.960	12.00
C5	PATRON NATURAL	5	25	1.856	11.50
	6% CEMENTO DILUDIO EN AGUA	5	25	1.994	11.60
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.985	12.30
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.952	12.00

C6	PATRON NATURAL	5	25	1.890	10.70
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.980	10.00
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.996	11.50
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.970	12.00
C7	PATRON NATURAL	5	25	1.840	12.50
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.992	11.80
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.988	13.00
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.982	12.00
C8	PATRON NATURAL	5	25	1.868	12.00
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.913	12.50
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.965	11.00
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.926	11.50
C9	PATRON NATURAL	5	25	1.855	11.00
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.944	11.70
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.939	12.00
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.920	11.80
C10	PATRON NATURAL	5	25	1.879	11.00
	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.965	11.30
	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.952	11.50
	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA	5	25	1.925	10.50



Corte Directo						
CALICATAS MUESTRAS		peso del molde con material	corte máximo kg/cm2	tiempo	Angulo de fricción	cohesión
C4	PATRON NATURAL					
			0.612	5.00 min		
					18	0.01
		0.3114	0.725	5.00 min		
			0.872	5.00 min		
C4	6% CEMENTO DILUIDO EN AGUA					
			1.074	5.50 min		
		0.3132	1.129	5.50 min	24	0.02
			1.182	5.50 min		

C4	10% CEMENTO DILUIDO EN AGUA					
			1.119	5.00 min		
		0.3119	1.157	5.00 min	25	0.02
			1.196	5.00 min		
C4	14% CEMENTO DILUIDO EN AGUA					
			1.105	5.00 min		
		0.3102	1.129	5.00 min	23	0.02
			1.154	5.00 min		

Cuadro N°01: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SUCS

Divisiones principales	Representaciones	Nombres tópicos
GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas gravas y arena sin finos
	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas mezclas de grava arena y arcilla
	GC	Gravas arcillosas mezcla de grava arena y arcilla
ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, con poco o nada de finos
	SP	Apenas mal graduadas, arenas con grava con pocos de finos
ARENAS CON FINOS	SM	Arena limosa, mezcla de arena y limo
	SC	Arena limosa, mezcla de arena y arcilla
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO DE 50% O MENOR	ML	Limos inorgánicos, arena muy finas polvo de roca limos arenosos o arcillosos
	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad, arcillas con grava arcillosas, arcillas limosas
	OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50%	MH	Limos inorgánicos, limosos micáceos y diatomáceos, limos elásticos
	CH	Arcilla inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas

	OH	Arcillas orgánicas de media plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad
SUELOS CON ELEVADA PROPORCION DE MATERIA ORGANICA	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánico

FUENTE: Sistema de clasificación de suelos tersagui

Cuadro N°02: DIFERENCIA DE SUELOS

Propiedad	Suelos cohesivos	Suelos no cohesivos
Resistencia	Resistencia procedente de la fuerza de cohesión de las partículas. No aumenta forzosamente con la profundidad del suelo.	Resistencia procedente del rozamiento interno entre las partículas, que aumenta con la carga. La resistencia aumenta con la profundidad del suelo.
Porosidad	Gran proporción de poros	Poca proporción de poros
Cohesión	Cohesión muy marcada	Despreciable cuando están limpios
compresibilidad	Muy comprimible	Solo ligeramente comprimible
Reacción a la compresión	La compresión tiene lugar lentamente durante periodos muy largos	La compresión tiene lugar casi inmediatamente
permeabilidad	Prácticamente impermeable	Permeable

Fuente: Lyall Addleson, 2001

Cuadro N°03: CLASIFICACIÓN DEL CEMENTOS

Clasificación de los cementos		
Tipo	Nombre	Aplicación
I	I: Normal.	Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.
IA	IA: Normal.	Uso general, con inclusor de aire.
II	II: Moderado.	Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación.



IIA	IIA: Moderado. Igual que el tipo II, pero con inclusor de aire	Igual que el tipo II, pero con inclusor de aire
III	III: Altas resistencias.	Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas.
IIIA	IIIA: Altas resistencias.	Mismo uso que el tipo III, con aire incluido.
IV	IV: Bajo calor de hidratación.	Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación.
V	V: Resistente a la acción de los sulfatos.	Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos.

FUENTE: Ampuero Cayo; Salomón Edgard, 2012

## MEJORAMIENTO CON CEMENTO

Utilizado para suelos arenosos y arcillosos preferentemente para arcillas cálcicas, siempre y cuando cumpla que el límite líquido sea menor a 50 y el índice plástico sea menor a 25.

Para la colocación en el suelo se lo puede realizar de la misma manera que se lo realizó con la cal con la diferencia que si es en planta, el agua se lo adiciona ya en obra y luego se lo compacta.

Si se va a realizar inyecciones con mortero de cemento, la relación agua-cemento es 0,5:5

Cuadro N°04: PORCENTAJES DE CEMENTO

TIPO DE SUELO		Porcentaje de cemento por volumen
Clasificación AASHTO	Clasificación unificada	
A-2 y A-3	GP, SP y SW	6-10
A-4 y A-5	CL, ML y MH	8-12
A-6 y A-7	CL, CH	10-14
<i>* Según Mitchell y Freitag (1959)</i>		

**Tabla 2. 22.-** Cemento requerido por volumen para la estabilización efectiva de varios suelos.

**Fuente:** BRAJA, Das M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones.

## FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Los valores definidos por las ecuaciones (Ec. 2.23), (Ec. 2.24) y (Ec. 2.25), corresponden a los factores de capacidad de carga y se encuentran tabulados para diferentes valores de ángulos de fricción ( $\phi$ ) en la siguiente tabla:

Cuadro N°05: FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,70	1,00	0,00	26	27,09	14,21	9,84
1	6,00	1,10	0,01	27	29,24	15,90	11,60
2	6,30	1,22	0,04	28	31,61	17,81	13,70
3	6,62	1,35	0,06	29	34,24	19,98	16,18
4	6,97	1,49	0,10	30	37,16	22,46	19,13
5	7,34	1,64	0,14	31	40,41	25,28	22,65
6	7,73	1,81	0,20	32	44,04	28,52	26,87
7	8,15	2,00	0,27	33	48,09	32,23	31,94
8	8,60	2,21	0,35	34	52,64	36,50	38,04
9	9,09	2,44	0,44	35	57,75	41,44	45,41
10	9,60	2,69	0,56	36	63,53	47,16	54,36
11	10,16	2,98	0,69	37	70,07	53,80	65,27
12	10,76	3,29	0,85	38	77,50	61,55	78,61
13	11,41	3,63	1,04	39	85,97	70,61	95,03
14	12,11	4,02	1,26	40	95,66	81,27	115,31
15	12,86	4,45	1,52	41	106,81	93,85	140,51
16	13,68	4,92	1,82	42	119,67	108,75	171,99
17	14,56	5,45	2,18	43	134,58	126,50	211,56
18	15,52	6,04	2,59	44	151,95	147,74	261,60
19	16,56	6,70	3,07	45	172,29	173,29	325,34
20	17,69	7,44	3,64	46	196,22	204,19	407,11
21	18,92	8,26	4,31	47	224,55	241,80	512,84

22	20,27	9,19	5,09	48	258,29	287,85	650,67
23	21,75	10,23	6,00	49	298,72	344,64	831,99
24	23,36	11,40	7,08	50	347,51	415,15	1072,80
25	25,13	12,72	8,34				

**Tabla 2. 9.-** Factores de Capacidad de Carga de Terzaghi

## ASENTAMIENTOS

Para el cálculo de este tipo de asentamientos se utiliza ecuaciones basadas en la teoría de la elasticidad, en la cual intervienen los parámetros de Módulo de elasticidad ( $E_s$ ), y Razón de Poisson ( $\mu_s$ ). En caso de no disponer de estos datos mediante ensayos desarrollados en el laboratorio, y para tener una idea de la magnitud, se debe considerar valores establecidos de acuerdo al tipo de suelo como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro N°06: PARAMENTROS ELÁSTICOS

Parámetros elásticos de varios suelos		
Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, $E_s$	Razón de Poisson, $\mu_s$
	(MN/m <sup>2</sup> )	
Arena Suelta	10,35 – 24,15	0,20 – 0,40
Arena densa media	17,25 – 27,60	0,25 – 0,40
Arena densa	34,50 – 55,20	0,30 – 0,45
Arena limosa	10,35 – 17,25	0,20 – 0,40
Arena y grava	69,00 – 172,50	0,15 – 0,35
Arcilla blanda	4,10 – 20,70	
Arcilla media	20,70 – 41,40	0,20 – 0,50
Arcilla dura	41,40 – 96,60	

**Tabla 2. 15.-** Parámetros elásticos de varios suelos

**Fuente:** BRAJA, Das M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Aseguramiento Metrológico

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

LD-0469-2015

O.T. : 0353-U3532

Fecha de emisión : 2015-03-16

Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
DIRECCIÓN : MZ. H LOTE 1 URB. LOS PORTALES ANCASH SANTA NUEVO CHIMBOTE
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA DE CASAGRANDE  
MARCA : FORNEY  
MODELO : NO INDICA  
Nº SERIE : NO INDICA  
IDENTIFICACION : D 5.9  
PROCEDECENCIA : NO INDICA  
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y TECNOLOGIA DEL CONCRETO
3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.  
La Calibración se realizó el día 11 de Marzo del 2015 en las instalaciones de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
4. MÉTODO.  
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados.

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.

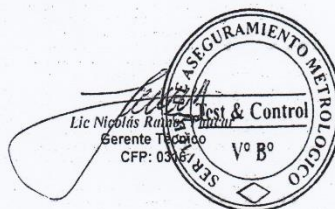
INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO	ENTIDAD
Bloques planoparalelos	0,5 mm a 100 mm	NO TIENE	GRADO: 0	LLA-C-062-2014	SNM-INDECOPI
Termómetro digital	-150 °C a 450 °C	0,1 °C	± 0,02 °C	LT-745-2014	SNM-INDECOPI
Barotermohigrometro	-20 a 50 °C / 0 a 100 % H.R. / 300 hPa a 1300 hPa	0,1 °C ; -0,1 %; 0,1 hPa	±0,3°C; ±2%; ±0,5hPa	LT-066-2015	SNM-INDECOPI

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,0 °C	21,5°C
HUMEDAD RELATIVA	50,9%	49,5%

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95 %.  
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax.: 262-9545 Nextel: 51\*419\*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 9415252-  
E-mail: informes@testcontrol.com.pe / Web: www.testcontrol.com.pe





"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

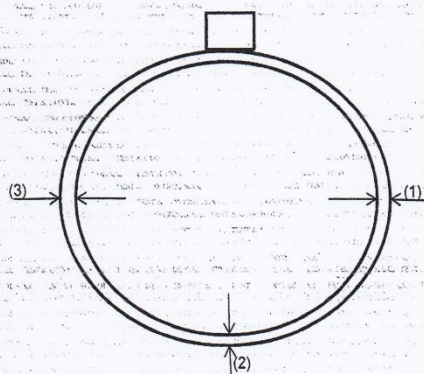
Aseguramiento Metrológico

Certificado N° : LD-0469-2015  
Página : 2 de 2

#### Resultados

Valor Nominal de la altura mm	Patron mm	Corrección mm	Incertidumbre $\pm$ mm
10	10,00	0,00	0,14

Valor Nominal del espesor de la copa mm	Patron mm	Corrección mm	Incertidumbre $\pm$ mm	
2	2,03	-0,03	0,15	(1)
2	2,03	-0,03	0,15	(2)
2	2,03	-0,03	0,15	(3)



FIN DEL DOCUMENTO



ROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Indes de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax: 262-9545 Nextel: 51\*419\*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246  
E-mail: [informes@testcontrol.com.pe](mailto:informes@testcontrol.com.pe) / Web: [www.testcontrol.com.pe](http://www.testcontrol.com.pe)



Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación

Aseguramiento Metrológico

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM - 0206 - 2015

O.T. : 0353-U3532

Fecha de emisión : 2015 - 03 - 14

Página :

1 de 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
DIRECCIÓN : MZ. H LOTE 1 URB. LOS PORTALES ANCASH SANTA NUEVO CHIMBOTE

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA NO AUTOMÁTICA
- |                  |  |                             |           |
|------------------|--|-----------------------------|-----------|
| Marca            | : OHAUS  | Capacidad Máxima            | : 22000 g |
| Modelo           | : SE602F   | División de Escala, d       | : 0,1 g   |
| Nº Serie         | : 7131150816   | División de Verificación, e | : 0,1 g   |
| Procedencia      | : NO INDICA  | Clase                       | : I       |
| Código de Ident. | : D510   | Tipo                        | : DIGITAL |
| Ubicación        | : LAB.DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO |                             |           |

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 11 de Marzo del 2015 en las instalaciones de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación con patrones de masa calibrados.

Se usó como referencia el Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II, PC - 011 del SNM - INDECOPI, 4ta edición abril 2010.

5. PATRÓN.

Se usó patrones trazables a las unidades de masa y temperatura; calibrados por el SNM - INDECOPI

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
JUEGO DE PESAS	1 mg a 1 kg	NO TIENE	F1	LM-C-323-2014	SNM-INDECOPI
PESAS	1 a 5 kg	NO TIENE	F1	LM-571-2014	SNM-INDECOPI
PESAS	10 kg	NO TIENE	F1	LM-568-2014	SNM-INDECOPI
PESAS	20 kg	NO TIENE	F1	LM-575-2014	SNM-INDECOPI
Barotermohigrometro	-20 a 50 °C / 0 a 100 %HR / 300 a 1300 hPa	0.1°C / 0.1 %HR / 0.1 hPa	±0.3 °C / ±2 %HR / 0.5 hPa	LT-066-2015	SNM-INDECOPI

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	25,4	26,3
HUMEDAD RELATIVA (%)	48,0	50,0

7. OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

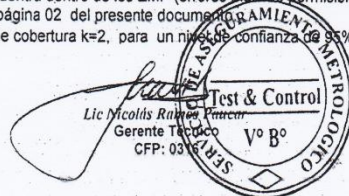
Verificar la indicación de cero y el nivel del instrumento antes de cada medición.

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Según los resultados obtenidos en la calibración el equipo se encuentra dentro de los EMP (errores máximos permisibles)

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95%.



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

: Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax: 262-9545 Nextel: 51\*419\*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246  
E-mail: informes@testcontrol.com.pe / Web: www.testcontrol.com.pe





Test & Control

Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación\*

Aseguramiento Metrológico

Certificado N° : LM - 0206 - 2015  
Página : 2 de 2

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	SI	ESCALA	SI
OSCILACION LIBRE	SI	CURSOR	NO
PLATAFORMA	SI	NIVELACION	SI
SISTEMA DE TRABA	NO	PESAS ADICIONALES	NO

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = I (g)	Initial			Final		
		Temp. (°C)	25.4	26.3	Temp. (°C)	25.4	26.3
		g	g	g		g	g
	Δ L (mg)	E (mg)	Δ L (mg)	E (mg)		Δ L (mg)	E (mg)
1	11 000,2	90,0	160,0	21 999,9	10,0	-60,0	
2	11 000,3	50,0	300,0	22 000,0	90,0	-40,0	
3	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	80,0	-30,0	
4	11 000,3	30,0	320,0	22 000,0	90,0	-40,0	
5	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	90,0	-40,0	
6	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	90,0	-40,0	
7	11 000,2	80,0	170,0	22 000,0	80,0	-30,0	
8	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	80,0	-30,0	
9	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	80,0	-30,0	
10	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	90,0	-40,0	
Valor absoluto de la diferencia Máxima			160,0				30,0
error máximo permitido ±			200 mg	±			300 mg

2	5
1	4
3	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

PRUEBA DE EXACTITUD									
Posición de carga	Carga (g) mínima *	Temp. (°C)			Final				
		25.8			26.0				
Determinación de Eo					Carga L ( g )  7 000,0	Determinación del Error corregido			
I ( g )      Δ L ( mg )      Eo ( mg )						I ( g )      Δ L ( mg )      E ( mg )      Ec ( mg )			
1	1,0	1,1	60,0	90,0		7 000,1	20,0	130,0	40,0
2		1,1	50,0	100,0		7 000,3	80,0	270,0	170,0
3		1,1	60,0	90,0		7 000,1	40,0	-110,0	20,0
4		1,1	50,0	100,0		7 000,2	80,0	190,0	90,0
5		1,1	60,0	90,0	7 000,3	90,0	260,0	170,0	
* valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 200 mg				

#### ENSAYO DE PESAJE

Carga	Temp. (°C)				Initial	Final					e.m.p (**) (± mg)
					26,0	26,3					
	CRECIENTES				DECRECIENTES						
L (g)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)			
1,0	1,1	60,0	90,0						100		
5,0	5,1	70,0	80,0	-10,0	5,1	80,0	70,0	-20,0	100		
10,0	10,1	60,0	90,0	0,0	10,1	70,0	80,0	-10,0	100		
20,0	20,1	80,0	70,0	-20,0	20,1	80,0	70,0	-20,0	100		
50,0	50,1	70,0	80,0	-10,0	50,1	80,0	70,0	-20,0	100		
100,0	100,1	80,0	70,0	-20,0	100,1	80,0	70,0	-20,0	100		
500,0	500,1	70,0	80,0	-10,0	500,1	70,0	80,0	-10,0	100		
1 000,0	1 000,1	80,0	70,0	-20,0	1 000,1	80,0	70,0	-20,0	100		
5 000,0	5 000,1	90,0	60,0	-30,0	5 000,1	80,0	70,0	-20,0	100		
10 000,0	10 000,2	70,0	180,0	90,0	10 000,2	80,0	170,0	80,0	200		
15 000,0	15 000,2	60,0	190,0	100,0	15 000,2	70,0	180,0	90,0	200		
20 000,0	20 000,3	80,0	270,0	180,0	20 000,2	70,0	180,0	90,0	200		
22 000,0	22 000,3	90,0	260,0	170,0	22 000,3	80,0	270,0	180,0	300		

(\*\*) emp= error máximo permitido

$$\text{Incertidumbre Expandida: } U = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot 457,2 \text{ (mg)}^2 + 6,5} \cdot 10^{-11} \cdot I^2$$

$$\text{Lectura Corregida: } I \text{ corregida} = I - 6,7 \cdot 10^{-6} \cdot I$$

I : Indicación del instrumento (en mg)

E : Error del instrumento

Δ L : Carga añadida

Ec : Error corregido

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax.: 262-9545 Nextel: 51\*419\*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246  
E-mail: informes@testcontrol.com.pe / Web: www.testcontrol.com.pe

OBJETO DE PRUEBA:	EQUIPO DE CORTE DIRECTO DIGITAL			
Rangos	2500 N			
Dirección de carga	Compresión			
FABRICANTE	PINZUAR LTDA			
Modelo	PS - 107D			
Serie	226			
Ubicación de la máquina	Laboratorio PYS EQUIPOS			
Norma utilizada	NTC - ISO 7500 - 1 (2002 - 09 - 18)			
INTERVALO CALIBRADO	Escala (S) 2500 N DE... a 20% - 100%			
Temperatura de prueba	Temp. Inicial	22,0 °C	Temp. Final	22,2 °C
Inspección general	La máquina se encuentra en buen estado de funcionamiento.			
Solicitante	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC			
Dirección:	MZ H LT 1 URB. BUENOS AIRES AV.CENTRAL NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH			
Ciudad	NUEVO CHIMBOTE			
PATRON(ES) UTILIZADO(S)				
Tipo / modelo	PI - 5			
Fabricante	PINZUAR LTDA			
No serie	004 / 1109004829			
Certificado de calibración	N° 4906			
Fecha de validez	2014 - 12 - 16			
Incert. Med. (%)	± 0,032			
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)			
FECHA DE CALIBRACIÓN	2016 - 11 - 04			
FECHA DE EXPEDICIÓN	2016 - 11 - 05			



Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

Tipo de instrumento: EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO Y RESIDUAL

DATOS DE CALIBRACIÓN

Escala: 2500 N Resolución: 0,04 N Dirección de carga: Compresión  
2500 N 0,04 N Factor de conversión: 1,0 N / N

Indicación de la máquina (Fi)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	N	N	1 (Asc)	2 (Asc)	2 (Desc)	3 (Asc)	4 (Asc)
20	0500,0	0500,0	500,2	500,8	No aplica	500,4	No aplica
30	0750,0	0750,0	750,2	750,0	No aplica	750,6	No aplica
40	1000,0	1000,0	1000,6	1000,4	No aplica	1000,6	No aplica
50	1250,0	1250,0	1250,8	1250,6	No aplica	1250,4	No aplica
60	1500,0	1500,0	1500,4	1500,8	No aplica	1500,4	No aplica
70	1750,0	1750,0	1750,2	1750,8	No aplica	1750,2	No aplica
80	2000,0	2000,0	2000,8	2000,6	No aplica	2001,0	No aplica
90	2250,0	2250,0	2250,8	2250,8	No aplica	2251,2	No aplica
100	2500,0	2500,0	2500,2	2500,8	No aplica	2500,2	No aplica
Indicación después de carga:			0,2	0,0	No aplica	0,2	No aplica

RESULTADO DE CALIBRACIÓN

Escala: 2500 N Incertidumbre del patrón:  $\pm 0,032$  %

Indicación de la máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre relativa
%	N	N	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios		
			Q (%)	B (%)	V (%)	Acces. (%)	A (%)	U (%) K = 2
20	0500,0	0500,0	-0,12	0,08	No aplica	No aplica	0,01	0,06
30	0750,0	0750,0	-0,04	0,08	No aplica	No aplica	0,01	0,06
40	1000,0	1000,0	-0,05	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,03
50	1250,0	1250,0	-0,05	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
60	1500,0	1500,0	-0,04	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
70	1750,0	1750,0	-0,02	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
80	2000,0	2000,0	-0,04	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,03
90	2250,0	2250,0	-0,04	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,03
100	2500,0	2500,0	-0,02	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,04
Error de cero fe (%)			0,01	0,00	No aplica	0,01	No aplica	Err máx. (0) = 0,01

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Tel.: 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."





#### CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE OCRTE DIRECTO DIGITAL

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	2500	N		
Error de exactitud	0,12 %	Error de cero	0	
Error de repetibilidad	0,08 %	Erro por accesorios	No aplica %	
Error de reversibilidad	No aplica	Resolución	0,02	En el 10 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC – ISO 7500 – 1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA	2500	N	Comprensión	CLASE 1,0	Desde el 20 %
--------	------	---	-------------	-----------	---------------

#### TRAZABILIDAD

El laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. Asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la División de Metrología de la Superintendencia de Industria y Comercio. (DM - SIC)

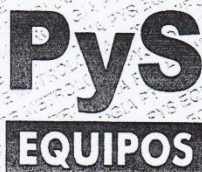
#### OBSERVACIONES

1. Los informes de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC – ISO 7500 – 1)
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC – ISO 7500 – 1)
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refiere al momento y condiciones que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que quedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
6. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 284 – 2016 PLF

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe







LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 284-2016 PLF

Pág. 4 de 5

Solicitante: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC  
Dirección: MZ H LT 1 URB. BUENOS AIRES AV. CENTRAL NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
Ciudad: NUEVO CHIMBOTE  
Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Cal. Relación de Brazo)  
Fabricante: PINZUAR LTDA.  
Modelo / Serie: PS - 107D / 226

Método de Calibración

Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador

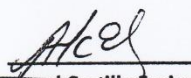
Método: Cargas de pruebas (pasas propias del equipo de corte), la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrada con trazabilidad certificado No 4916 de la SIC.

Factor de Multiplicación 1: 5

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
Kg	Kg	Kg	Kg	
2	10,14	10,12	10,13	5,07
4	20,02	20,03	20,03	5,01
8	40,18	40,15	40,17	5,02
16	80,46	80,34	80,40	5,03
32	161,21	161,26	161,24	5,04
Promedio				5,03

Factor de Multiplicación 1: 10

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
Kg	Kg	Kg	Kg	
2	20,21	20,36	20,29	10,14
4	40,35	40,42	40,39	10,10
8	81,12	81,31	81,22	10,15
16	162,59	162,42	162,51	10,16
32	325,42	325,12	325,27	10,16
Promedio				10,14

  
Amed Castillo Espinoza  
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



**Solicitante:** UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC  
**Dirección:** MZ H LT 1 URB. BUENOS AIRES AV. CENTRAL NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**Ciudad:** NUEVO CHIMBOTE  
**Máquina:** EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Cal. Relación de Brazo)  
**Fabricante:** PINZUAR LTDA.  
**Modelo / Serie:** PS - 107D / 226  
**Patrón de calibración:** Comparador digital, d = 0,001 mm  
**Trazabilidad:** Bloques Calibre Certificado No. L - 13802

**Método:** Operación de la máquina aplicando carga directa sobre la celda de carga. Se mide el desplazamiento con un indicador digital y tiempo con un cronometro.

**Medición en mm / minuto**

**Rango:** Bajo

**Rango:** Alto

Indicación Maquina	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,030	0,029	0,026	0,032	0,029
0,060	0,058	0,058	0,061	0,059
0,090	0,091	0,094	0,091	0,092
0,120	0,116	0,122	0,125	0,121
0,150	0,149	0,148	0,154	0,150

Indicación Maquina	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,300	0,309	0,306	0,304	0,306
0,600	0,616	0,609	0,602	0,609
0,900	0,921	0,908	0,906	0,912
1,200	1,207	1,206	1,204	1,206
1,500	1,509	1,503	1,506	1,506


**Medición en pulgadas / minuto**

**Rango:** Bajo

**Rango:** Alto

Indicación Maquina	Lectura 1 Pulg / min	Lectura 2 Pulg / min	Lectura 3 Pulg / min	Promedio Pulg / min
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,030	0,0011	0,0010	0,0013	0,0011
0,060	0,0023	0,0023	0,0024	0,0023
0,090	0,0036	0,0037	0,0036	0,0036
0,120	0,0046	0,0048	0,0049	0,0048
0,150	0,0059	0,0058	0,0061	0,0059

Indicación Maquina	Lectura 1 Pulg / min	Lectura 2 Pulg / min	Lectura 3 Pulg / min	Promedio Pulg / min
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,300	0,0122	0,0120	0,0120	0,0121
0,600	0,0243	0,0240	0,0237	0,0240
0,900	0,0363	0,0357	0,0357	0,0359
1,200	0,0475	0,0475	0,0474	0,0475
1,500	0,0594	0,0592	0,0593	0,0593

  
**Amed Castillo Espinoza**  
**Técnico**

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."